ఈ గ్రంథ రచయిత డాక్టర్. పి. కె. దాసు గారు ఇప్పుడు భారత ప్రభుత్వ వాతావరణ విజ్ఞానశాఖయొక్క ఉత్తరార్ధగోళ వాతావరణ విజ్ఞాన వస్తు విశ్లేషకేంద్రములో డైరెక్టరుగా పనిచేస్తున్నారు. వారు భారత దేశపు మాన్సూనులు గురించిన పరిశోధనా పత్త్రము లెన్నింటినో రచించినవారు; భారతీయ వాతావరణ భూగర్భ విజ్ఞాన పత్రికలో రెండు రెండేండ్లకు ప్రచురించ బడిన ఉత్తమ వ్యాసమునకు ఇచ్చే మూడో ఐ. జె. యమ్. జి. బహుమానమును పొందినవారు. వాతావరణ విజ్ఞానమును సాధించే అంతర్జాతీయ వైజ్ఞానిక సంఘా లెన్నిటితోనో వీరికి అతి సన్నిహిత సంబంధము కలదు.

ఋతుపవనములు

ఈ పుస్తక శ్రేణి గౌరవ సంపాదక సమితి

ప్రధాన సంపాదకుడు :

డా॥ బి. వి. కేస్కర్

వ్యవసాయము - సస్యశాస్త్రము

డా॥ ఎమ్. యస్. రంధావా, ఉపాధ్యక్షులు, పంజాబు వ్యవసాయ విశ్వవిద్యాలయము, లూధియానా.

డా॥ బి. పి. పాల్, డైరెక్టర్ జనరల్, భారతీయ వ్యవసాయ పరిశోధన సంస్థ, న్యూఢిల్లీ.

సంస్కృతి

శ్రీ ఏ. ఘోష్, రిటైర్డ్ డైరెక్టర్ జనరల్, భారతదేశ పురాతత్వశాస్త్రశాఖ, న్యూఢిల్లీ.

శ్రీ ఉమాశంకర్ జోషి, ఉపాధ్యక్షులు, గుజరాత్ విశ్వవిద్యాలయము, అహమ్మదాబాదు.

భూగోళశాస్త్రం

డా॥ ఎస్. పి. ఛటర్జీ, డైరెక్టర్, భారతీయ దేశపట సంస్థ, కలకత్తా.

భూగర్భశాస్త్రం

శ్రీ పి. ఆర్. కృష్ణారావు, రిటైర్డ్ డైరెక్టర్ జనరల్ ఆఫ్ అబ్జర్వేటరీస్, భారత ప్రభుత్వము, న్యూఢిల్లీ.

శ్రీ ఎస్. బాసు, రిటైర్డ్ డైరెక్టర్ జనరల్ ఆఫ్ అబ్జర్వేటరీస్, మాజీ కోశాధిపతి, భారత జాతీయ విజ్ఞానశాస్త్ర సంస్థ, న్యూఢిల్లీ.

సాంఘికశాస్త్రం; సాంఘికవిజ్ఞానము

ఆచార్య నిర్మల్‌కుమార్ బోస్, రిటైర్డ్ కమీషనర్, ఆదిమజాతుల, ఆదిమవాసులశాఖ, న్యూఢిల్లీ.

ఆచార్య వి. కె. ఎన్. మీనన్, మాజీ డైరెక్టర్, ఇండియన్ ఇన్‌స్టిట్యూట్ ఆఫ్ పబ్లిక్ ఎడ్మినిస్ట్రేషన్, న్యూఢిల్లీ.

ఆచార్య వి.కె. గోకక్, రిటైర్డ్ డైరెక్టర్, ఇండియన్ ఇన్‌స్టిట్యూట్ ఆఫ్ ఎడ్వాన్స్‌డ్ స్టడీ, సిమ్లా.

జంతు శాస్త్రం

డా॥ ఎమ్. ఎల్. రూన్‌వాల్, మాజీ ఉపాధ్యక్షులు, జోధ్‌పూర్ విశ్వవిద్యాలయం, జోధ్‌పూర్.

డా॥ సలీమ్ అలీ, ఉపాధ్యక్షులు, బాంబే నేచురల్ హిస్టరీ సొసైటీ, బొంబాయి.

ఆచార్య బి. ఆర్. శేషాచార్, జంతుశాస్త్రశాఖాధ్యక్షులు, ఢిల్లీ విశ్వవిద్యాలయము, ఢిల్లీ.

భారతదేశము — ప్రజలు

ఋతుపవనములు

రచన :

డాక్టరు పి. కె. దాసు

అనువాదము :

ఎస్. గోపాలకృష్ణమూర్తి

నేషనల్ బుక్ ట్రస్ట్, ఇండియా

న్యూఢిల్లీ

ఫిబ్రవరి 1972 (మాఘ 1893)
February 1972 (Magha 1893)

రూ. 3-25

డిస్ట్రిబ్యూటర్సు:
ఆంధ్రప్రదేశ్ బుక్ డిస్ట్రిబ్యూటర్సు
రాష్ట్రపతి రోడ్డు, సికింద్రాబాదు.

THE MONSOONS (Telugu)

PUBLISHED BY THE DIRECTOR, NATIONAL BOOK TRUST, INDIA, NEW DELHI-16, AND PRINTED AT FREEDOM PRESS, 138-A, THIRUVOTHIYUR HIGH ROAD, MADRAS-21.

తొ లి ప లు కు

సామాన్యపాఠకునికి, సరళమై సాంకేతికముకాని భాషలో, మన దేశానికి సంబం ధించిన విజ్ఞానముఖము లన్నిటినిగురించీ తెలిపేటందుకు జాతీయ పుస్తకసంస్థ (వారు) యోచించిన పుస్తకమాలలో ఇది ఇంకొకటి.

ఈ పుస్తకమాలకు మూలము భారత ప్రధానమంత్రిగానుండిన పండిత జవహర్లాలు నెహ్రూతో నేను చేసిన మంతనమే. నేను మొదట ఈ ఉద్దేశ్యాన్ని ఆయనముందు ఉంచినప్పుడు, ఆయన హృదయపూర్వకముగా ఆమోదించడమే కాక దీనిని ఇంకా సర్వాంగీణముగానూ ప్రయోజనకరముగానూ తీర్చడానికి చాలా సూచనలిచ్చారు కూడాను. భారతదేశమునుగురించిన పుస్తకమాల ఇలాటిది, దేశాన్నిగురించిన ప్రతీ విజ్ఞానముఖాన్నీతెలిపే చిరస్థాయి గ్రంథాలయముగా రూపొంది విద్యాభివృద్ధికీ విజ్ఞానాభివృద్ధికీ నిశ్చయంగా గొప్ప సహకారము చేస్తుం దని వారి అభిప్రాయము.

ఈ పుస్తకమాల దేశానికి సంబంధించిన ప్రతీ విజ్ఞానశాఖ - భూగోళవిజ్ఞా నమూ, భూగర్భవిజ్ఞానమూ, వనస్పతివిజ్ఞానమూ, ప్రాణివిజ్ఞానమూ, వ్యవ సాయమూ, మానవవిజ్ఞానమూ సంస్కృతీ, భాషా, వంటి వాటినన్నిటినీ ఆకళించు కుంటుంది. భారతదేశమునుగురించిన సర్వాంగీణ గ్రంథభాండారమును నిర్మిం చుటే దీని చరమాశయము. వివిధశాఖలనుగురించి సుగృహీత ప్రామాణికుల చేతనే ఈ పుస్తకములు వ్రాయించ యత్నించినాము. సులభతరమైనభాషలోనూ విశేషచిత్రములతోనూ, సామాన్యపాఠకునికి విజ్ఞానవస్తువును ఆకర్షకముగా చేయు టకు అన్నియత్నాలూ చేశాము.

ఈ ఉద్యమంలో ఆ యా శాఖలలోని ప్రముఖ విద్వాంసులా, వైజ్ఞానికులా దేశికత్వమును పొందగలగడము మా భాగ్యము. నిజానికి వారి క్రియాశీల సహ కారము లేకపోయుంటే ఈ పుస్తకమాలను తీర్చుటే సంభవము కాదు. ఈ గ్రంథా

లను వారివారి శాఖలకు చెందినవాటిని సిద్ధము చేయడములో మాకు సాయపడిన ప్రజ్ఞానిధులకు, మా గౌరవ సంపాదకవర్గము వారికి, మేము కృతజ్ఞులము.

ప్రస్తుతగ్రంథములో డాక్టరు పి. కె. దాసుగారు భారతదేశపు వేసవి ఋతుపవనములయొక్క వాతావరణవిజ్ఞానపార్శ్వాలను వర్ణించినారు. ప్రాథమిక భావనలతో మొదలుపెడుతూ నిన్న మొన్నటివీ, కొన్నివిధాల నవనవములూ, భారతీయ వాతావరణ వైజ్ఞానికుల నాకర్షిస్తున్నవీ అయిన భావనలను కొన్నిటిని విశదీకరించారు. రేడియో తీవ్ర ప్రేసరు (అనవాలు)ల సాయముతో ఋతుపవన ఆవిర్భావాన్ని ఎట్లు కనిపెట్టవచ్చునో, భారతదేశ సమీప సముద్రాలలోని చక్రవాత (గాలివాన)పు తుఫానుల తావులను గుర్తించడానికి గాలి గుమ్మటాలను ఎట్లుపయోగించవచ్చునో, చివరకు రాజస్థానపు ఎడారి జలవాయుపరిస్థితులను ఎట్లు సుముఖము చేసుకోవచ్చునో, అన్న సంగతులను చదువరులు దీనిలో తెలుసుకోగలరు. మనకు చిరానుభవమూ, మన జాతీయజీవితములో భాగమూ అయిన ఋతుపవనమును గురించి మరికొంత తెలుసుకుందామన్న ఇచ్ఛగలవారికందరికీ ఇది తప్పక ఆసక్తి జనకము కాగలదు.

బి. వి. కేస్కర్.

పీఠిక

ఈ ఏకవిషయిక (గ్రంథ)ము భారతజాతీయ పుస్తకసంస్థవారి సాదరాహ్వాన ఫలితము.

ఈనాడు భూగోళముమీది ఋతుపవనసంస్థలుగా పర్యవసించే భౌతికప్రక్రమాలనుగురించి చక్కగా వివరించడానికి కావలసినంత అవకాశమున్నది. గత కొద్ది సంవత్సరములలో సిద్ధాంతవిజ్ఞానములో ఒకవైపూ, అవలోకనప్రయోగాలలో మరియొకవైపూ జరిగిన సన్నిహితసహకారము ఋతుపవనములను మనము అవగాహన చేసుకోవడములో చాలా ముందడుగులు వేయించింది. ఈ నవనవాంశములనూ సమస్యలనూ సరళభాషలో వివరించడమే నా యత్నము. ఈ గ్రంథములో చాలామంది చదువరులకు అర్థమయ్యే వైజ్ఞానిక పరిభాషయే ఉన్నది. అపరిచితపదములు గ్రంథముచివర చిన్న 'సాంకేతికపదములు'గా కూర్చబడినవి.

ప్రతివాక్క వైజ్ఞానిక అనుమానము వెనకవున్న భౌతిక ఆలోచననూ వీలయినంత విశదీకరించ యత్నించాను నేను. కొన్ని పార్శ్వాలలో మన ఋతుపవన విజ్ఞానము తబిశీళ్లు లేకపోవడమువల్ల కుంటుపడే వున్నది. కనుక సిద్ధాంత అధ్యయనాలు ఈ దశలో కొంత తాత్కాలికములే. ఏచోట ఈరీతిగావున్నా ఆ సత్యాన్ని దాచ యత్నించలేదు నేను. వివరంగా చెప్పేను సమస్యని. ఇతరులు దాన్ని విప్పి తీర్చడానికి ప్రేరకము కావచ్చునుగదా అని.

వ్రాతప్రతిని విమర్శగా చదివి చాలా విలువైన సూచనలుచేసిన మాజీ వేధశాలా డైరెక్టరు జనరల్ శ్రీ యస్. బాసూగారికి నేను ప్రత్యేకముగా ఋణపడిఉన్నాను. ఇప్పటి డైరెక్టరు జనరల్ డాక్టర్ యల్. యస్. మాధుర్‌గారికి, నన్ను ఈ పని స్వీకరించడానికి అనుమతించినందుకూ, ఎన్నో ఫొటోగ్రాఫులను నాకిచ్చినందుకు కృతజ్ఞత చెప్పుకుంటున్నాను. నా సహోద్యోగులు పెక్కురు ప్రత్యక్షముగానూ పరోక్షముగానూ వారివారి అనుభవధనమును నాకు అందించి సహాయపడినారు.

కొన్ని ఫొటోగ్రాఫులను నాకు శ్రీ విఠ్ఠలశర్మగారూ, శ్రీ జె. యస్. చౌధురీగారూ ఇచ్చినారు. వారి దయాపూర్వకసహాయమునకు నా కృతజ్ఞతలు.

శ్రీ బి. బి. సేన్, శ్రీ యం. జి. గుప్తగార్లు వ్రాతప్రతీ, చిత్రములూ వేళకు సిద్ధముచేసి శ్రమపడినారు. వారి అభిమానసహాయములకు నేను ప్రత్యేకముగా ఋణపడి ఉన్నాను.

న్యూఢిల్లీ

పి. కె. దాసు.

వి ష య సూ చి క

పటముల పట్టిక

బొమ్మల పట్టిక

అధ్యాయము 1

ప్ర వే శి క

మాన్సూను అనేమాటకు మూలము 'ఋతువు' అనే అర్థము కలిగిన అరబిక్ పదము. అరేబియాసముద్రములోని ప్రత్యావర్తి (యాతాయాత) పవనసంఘము లను వర్ణించడానికి ఆరో ఏడో శతాబ్దాలకు క్రితము ఈపదము నుపయోగించే వారట. ఈ పవనములు ఈశాన్యమునుండి సుమారు ఆరునెలలపాటు నైఋతి దిక్కునుంచి ఇంకొక ఆరునెలలపాటు విసురుతూ ఉన్నట్లు గోచరిస్తాయి.

'మాన్సూను'కు సరియైన నిర్వచనమునుగురించి ఏకాభిప్రాయము లేదుగాని, ఆ పదము సంవత్సరంలోని ఒకభాగములో నిలకడగాను సక్రమముగాను విసు రుతూ, తక్కిన కాలంలో అసలు లేకపోయేదో, లేదా ఇంకొక దిక్కునుండి విసిరేదో, అయిన ఋతుపవనాన్ని నిర్దేశించడానికి వాడడము మామూలు అయింది. అలాగ మారే ఋతుపవనాలు ప్రధానంగా భూమియొక్క వేర్వేరుభాగాలు సూర్యుడి నుంచి అందుకునే ఉష్ణపరిమాణాల భేదాల పరిణామాలే.

ఋతువులలో మారే సౌరశక్తిభేదాలకు ఖండాల, సముద్రాల, ప్రత్యేక అను క్రియలలో అక్కఱమైన భేదమే ఉన్నది. భూమియొక్క రసాయనిక సంఘట నమువల్లా, మట్టి నిర్మాణమువల్లా భూమిలోనికి ఉష్ణచాలనము మొత్తానికి అలస క్రియే అవుతున్నది. ఉదాహరణంగా, వేసవిలో భూమిమీదికిచేరే ఉష్ణశక్తివల్ల ఖండాలలో కొద్దిమీటర్ల లోతుగల మట్టి పొరమట్టుకే వేడెక్కుతున్నది. కనుక ఖండాలలో భూమిమీదికి చేరే సౌరశక్తి చాలామటుకు భూమ్యుపరిభాగాన్ని కాక గాలిని వెచ్చబెట్టడములోనే పనికివస్తున్నది అనాలి. సముద్రాలలో ఐతేనో, గాలి సదా నీటిని కలియబెట్టుతూండడమువల్ల సూర్యశక్తి ఇంకా ఎక్కువ లోతులకి చొచ్చుకుపోగలుగుతున్నది. మొత్తపుఫలితము ఏమిటంటే, వేసవిలో ఖండముల మీది ఉష్ణోగ్రత పెరుగుదలకంటె సముద్రాలమీద చాలా తక్కువ. ఒకే లాటి ట్యూడులలో నేలమీది పగటు వేసవి ఉష్ణోగ్రతలు సముద్రాలమీదివాటిని 5 నుండి 10 సెంటిగ్రేడు డిగ్రీలవరకూ మించిఉంటాయి. చలికాలంలో ఈ సన్నివేశము

తలక్రిందు లౌతుంది. సముద్రాల అధికతర ఉష్ణనిలవ వాటిమీద నేలమీదకంటె ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రత ఉండడానికి దారితీస్తుంది.

మొత్తముగాచూస్తే ఋతుపవనమును ఈ దిగువ గమనార్హ లక్షణములు గల పవనసంస్థగా వర్ణించవచ్చు.

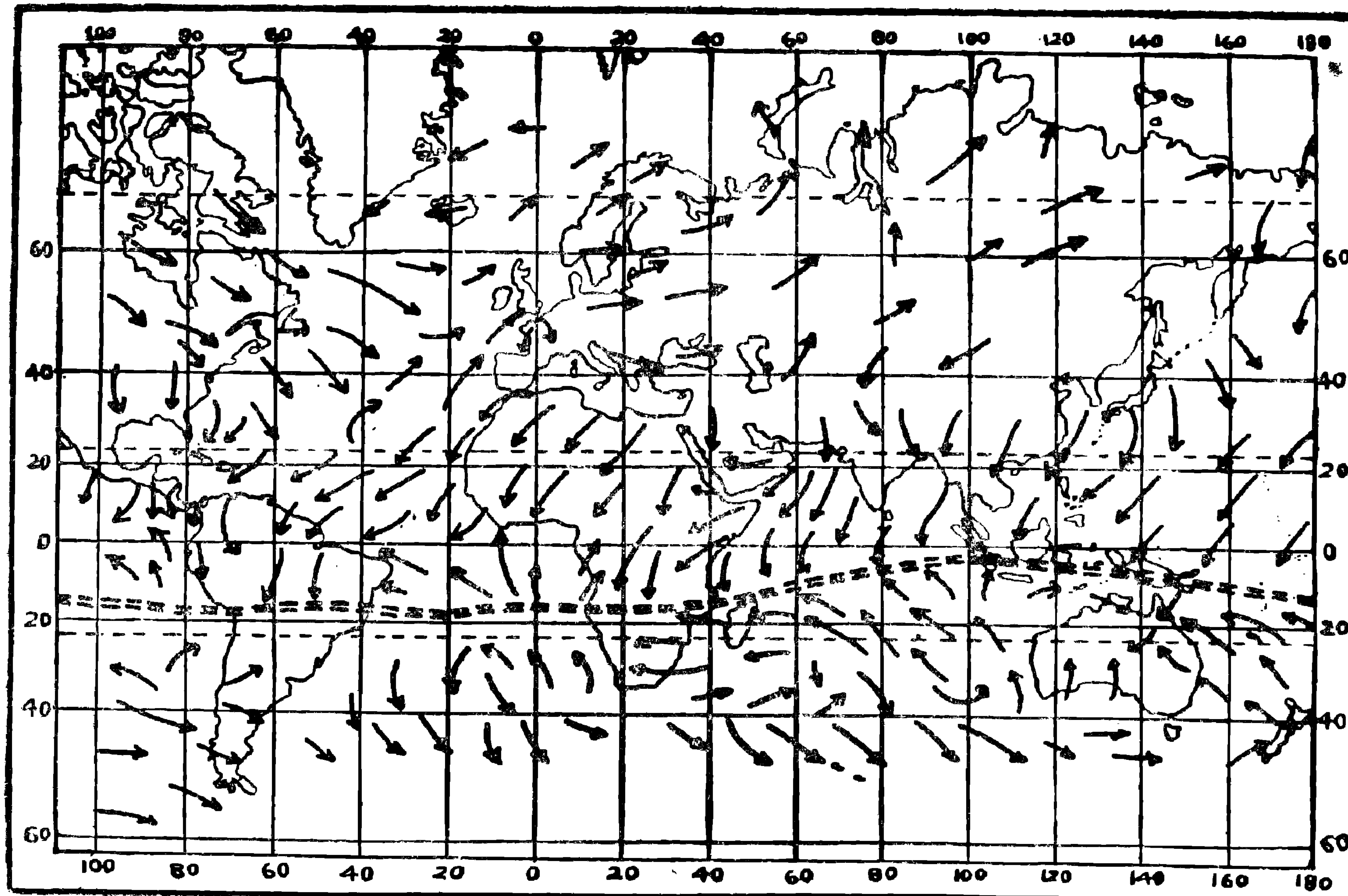
(i) భూమీ సముద్రాల విభేద ఉష్ణకరణమువల్ల. అనగా ఆగత ఉష్ణదీప్తికి భూమ్యోపరిభాగము ఖండాలూ సముద్రాలూ వేర్వేరుగా పలకడమువల్ల ఋతువులలో మార్పే పవనసంస్థ.

(ii) ఉష్ణమండలమని మన మనే భూభాగము - భూ మధ్యరేఖకి 20° ఉత్తరమూ 20° దక్షిణమూవరకు గల ప్రదేశము-లోనే విసిరే పవనసంస్థ.

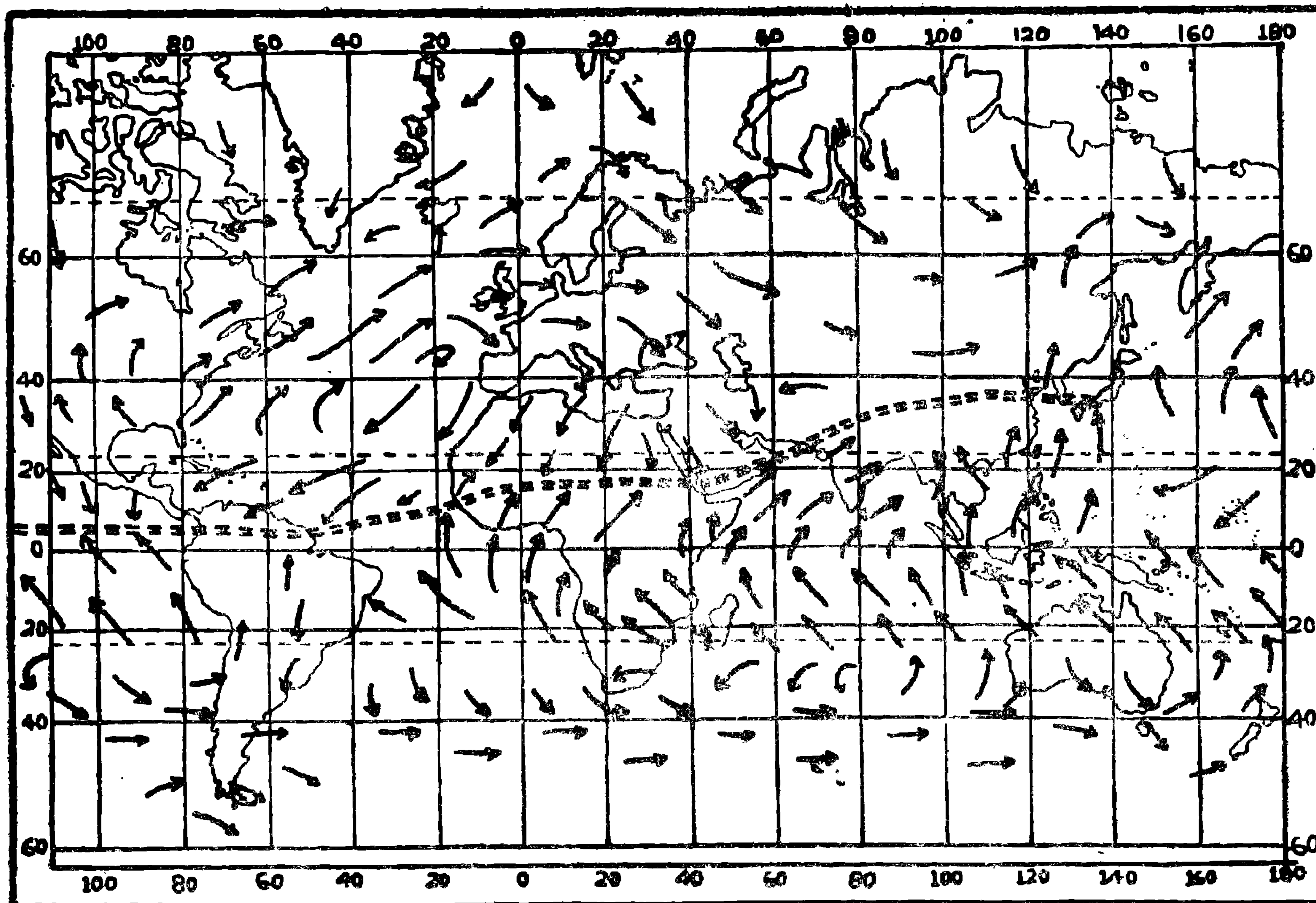
(iii) ఉత్తరార్ధగోళముమీద వేసవి ఋతుపవనములను భూమధ్యరేఖను దాటగానే భూ భ్రమణమువల్ల కుడివైపు విక్షేపించబడి ఆ కారణమువల్ల నైఋతి మూలనుండి ఖండాలమేరలను చేరవచ్చే నైఋతి వ్యాపారపవనములుగా కూడా భావించవచ్చును.

ఇటువంటి తొలి అభిప్రాయాలే నావికులను ఎన్నోతరాలవరకూ నడిపినవి. ఇతోధిక వాతావరణావలోకనాలతో - ముఖ్యంగా ఉన్నతోన్నత వాతావరణావలోకనముతో - మన తొలి అభిప్రాయాలు మార్చవలసి ఉన్నవనిపిస్తున్నది. ఒక్క ఉదాహరణము చెప్పవలెనంటే, ఈనాడు 'మాన్సూను' అనేమాట 20 కిలో మీటర్ల ఎత్తునఉన్న పవనరాజ్యానికి వాడబడుతున్నది ఒకొక్కప్పుడు, అక్కడి గాలి సుమారు విషువత్ కాలమునకు క్రమము తప్పకుండా తిరగబడుతుంది. ఆ మట్టములలో పవనములు చలికాలములో పశ్చిమానికీ వేసవిలో తూర్పువైపుకీ విసురుతాయి, భారతదేశపు ఋతుపవనము ఎంతో, అంత సక్రమాలూనూ అవి. ఈ విషయవివరణకి ముందుముందు మాన్సూను ఉత్పత్తిక్రమాన్ని ఎత్తుకున్నప్పుడు మళ్లీ వద్దాము. ప్రస్తుతము, ఇంతసేపూ మనము చెప్పుకున్నభావనలే ఋతుపవనముకు మార్గదర్శకాలని అనుకుందాము.

ఇక్కడ ఒకసంగతి జ్ఞాపకము పెట్టుకోవాలి. ఋతుపవనాలు ఏ అర్ధగోళములోనైనా వేసవికాలములోనే - అనగా ఉత్తరార్ధగోళములో జ్యూలై ఆగస్టులలోనూ దక్షిణార్ధగోళములో జనవరి ఫిబ్రవరీలోనూ - ఎక్కువ స్పష్టముగా ఉంటాయి. జ్యూలై నెల్లో దక్షిణార్ధగోళమునుంచి వచ్చేవ్యాపారపవనాలు ఉత్తరార్ధగోళములోనికి



పటము - 1·1 ఉష్ణమండలాంతర వాయుముఖము - జూలై



పటము - 1.2 ఉష్ణమండలాంతర వాయుముఖము - జనవరి

లోతుగా భారతదేశమువైపూ విశాలమయిన ఆగ్నేయాసియాలోనికీ కొంత తక్కువగా, ఆఫ్రికావైపూ చొచ్చుకుపోతాయి. ఇక జనవరిలోనో - ఈశాన్య వ్యాపార పవనాలు దక్షిణదిశగా దక్షిణ అమెరికాలోనికి, తూర్పు ఆఫ్రికా ఈశాన్య ఆస్ట్రేలియాలలోనికీ సాగుతాయి. ఈ సమయములోనే ఈశాన్య వ్యాపారపవనాల శాఖ ఒకటి దక్షిణ బంగాళాఖాతముమీదికి వీసిరి భారతద్వీపకల్పము దక్షిణార్ధముమీద వర్షపాతము కలిగిస్తుంది. ఇదే శీతకాలపు ఈశాన్యపవనమని భారతదేశములో ప్రసిద్ధము. మొత్తానికి శీతలతర అర్ధగోళమునుంచి ఉష్ణతరమైన దానివైపు పెద్ద ఎత్తునజరిగే వాయుచలనాల ప్రభావాల ననుభవించే ఈ భూభాగాలే ప్రపంచంలోవి ప్రధాన ఋతుపవన ప్రదేశాలు.

ఋతుభేదాల్నిబట్టి ఉత్తర ఆస్ట్రేలియాలోను ఆఫ్రికా అమెరికా దక్షిణ సంయుక్త రాష్ట్రాలలోనూ పవనాలమార్పులు జరుగుతూఉన్నట్టు తెలుసును కాని ఈ ఇతర భూఖండాలలోవేసవి ఋతుపవనప్రవాహాలు భారతదేశపు ఋతుపవనములంత సుస్పష్టాలు కావు. వేసవినెలలు జ్యూన్ జ్యూలైలలో అట్లాంటిక్ మహాసముద్రము ఈశాన్యమూలనుంచి వీచ ఉద్యమించే పవనాలను ఐరోపియ ఋతుపవనములని చెప్పడము ఉన్నది. కాని ఈ పుస్తకములో మన అధ్యయనము ముఖ్యంగా భారత దేశపు వేసవి ఋతుపవనమునకే పరిమితము.

వాతావరణ విజ్ఞాన పుస్తకాలలో, ఉత్తర, దక్షిణ, అర్ధగోళముల వ్యాపార పవనాల నడిమి సరిహద్దురేఖను తరచు 'ఉష్ణమండలాంతర వాయుముఖము' (I. T. F.) అని అనడము వాడుక. ఈ వాయుముఖస్వభావాన్నిగురించి అభిప్రాయాలు వేర్వేరు. ఇది సాగేప్రదేశాలు కొన్నిటిలో ఇది విరివిగానే మబ్బులనూ వానలనూ తెచ్చేటిదే అని చూపడానికి సాక్ష్యము కనబడుతుంది. కాని మరికొన్ని ప్రదేశాలలో ఈ (I. T. F.) వాయుముఖము చెదురు చెదురై ప్రత్యేకవాతావరణ భేదాలు లేకుండా నిలిచిఉంటున్నది. 1·1, 1·2 పటములలో ఉష్ణమండలాంతర (వాయు) ముఖము (నుజమిలి రేఖలమూలమున)నూ జ్యూలై జనవరినెలల ముఖ్య వాయు ప్రవాహాలనూ చూపినాము. ఈ వాయుప్రవాహాలు దక్షిణమునుంచి భూమధ్యరేఖను దాటుతూఉన్నప్పుడు కుడివైపు త్రోయబడడము చిత్రము. భూమి పడమటినుంచి తూర్పుకి చేసే భ్రమణఫలితమే ఇదీ అని ముందుముందు విశదము చేయబడును.

ప్రపంచంలోని ఋతుపవనగాలులలో అతి సుస్పష్టములయినట్టివి భారత ఉప ఖండముమీదుగా ప్రతిసంవత్సరమూ జ్యూలై సెప్టెంబరునెలల నడుమ వీచేటివే. ఇవి వేసవిలో, ఎండిపోయి నెఱియలుపడ్డ నేలకు ధారాళమైన వర్షరూపంలో దాహముతీర్చి భారతదేశపు వ్యవసాయానికి పెద్దప్రమాణంలో సాయపడుతాయి. భారతదేశపు ఆర్థికస్థాయిమీద ఋతుపవనతాకిడి ఫలితము తేటతెల్లమూ సుస్పష్టమూను. అందుకే, వెనుక నొక భారతప్రభుత్వపు ఆర్థికసభ్యుడు తన బడ్జెటు 'చాలా మట్టుకు వర్షాధారపు జూదమే' అని పలకటం సంభవించింది.

ఋతుపవనముల వెర్రిఆటలు ఇప్పుడు సామెతలై పోయాయి. గడచినకాలంలో భారతీయకర్షకుడు ఎన్నో సందర్భాలలో దాని స్వభావపు దుడుకుతనాన్ని అనుభవించవలసి వచ్చింది. అతివృష్టి కొన్నిరాష్ట్రాలలో వరదలు తీసుకొస్తే, అనావృష్టి అవృష్టి ఇతరచోట్ల కరువూ కాటకమూ తెచ్చి లక్షలాది ప్రజానీకాన్ని తీవ్ర దుఃఖం పాలు చేశాయి. వర్షాపాతములోని చిరకాలంగా ఈ చాంచల్యాలు భావుకులపరిశీలనను ఆకర్షించి ఈ అరిష్టాలు తప్పించడానికి చాలాచా యత్నాలు జరిగాయి. కరువులు తప్పించమని వానదేవుడికిచేసే పూజల కథలు, పొంగే నదుల్ని శాంతపరచడానికిచేసే ప్రార్థనలు - మన పురాణేతిహాసాలలో ఎన్నో వున్నాయి. పద్యాలలోనూ వచనములోనూ భారతీయకవులు మనజాతి ఆర్థికస్తోమతకీ జీవితానికీ అతి ముఖ్యమన్నట్టుగా వర్షఋతువుని కీర్తించారు.

ఆధునిక తాంత్రిక విజ్ఞాన అభివృద్ధితో అవసరాన్నిబట్టి మనమొగ్గు నదీశయ్యలను వైజ్ఞానికంగా ఆదుపులోఉంచే యత్నాలవైపూ, కర్షకుని లాభముకోరి ఋతుపవనము వర్షాన్నిగురించి ముందే జోస్యముచెప్పే విద్యాతంత్రమువైపూ మళ్ళింది. తొట్టతొలి వర్షపాతపు క్రమబద్ధ పరిశీలనావివరాలు 1889 నాటికే ప్రారంభమైనది. హెచ్. యఫ్. బ్లాన్‌ఫర్డు 'భారత, సింహళ, బర్మాదేశముల శీతోష్ణతాస్థితీ వాతావరణ పరిస్థితులు' అను గ్రంథములో వాటిని ప్రచురించినారు. నాటికి అందుబాటులోనున్న అవలోకనములు చాలా కొద్దిపాటివే అయినా, బ్లాన్‌ఫర్డు జాగ్రత్తతో చేసిన విశ్లేషణకు దినసరి వర్షపాతవిస్తరణా, విశిష్టకాలములలోని ఘనవర్షపాతమూ, భారతదేశ నదీశయ్యలమీది వర్షపాతరీతీ, అన్నవాటినిగురించి విలువైన వార్తలు చాలా లభించాయి.

బ్లాంఫర్డు చేసిన పరిశోధనను, కేంబ్రిడ్జి ట్రినిటీ కాలేజి సభ్యత్వమును విడిచి భారత వాతావరణ విజ్ఞానవిభాగమునకు ఆధిపత్యమును స్వీకరించిన సర్ గిల్బర్టు వాకర్ ఆ తరువాత వృద్ధిచేశారు. సర్ గిల్బర్టు తన పరిశ్రమలో వర్షాపాతము వంటి విశిష్ట వాతావరణ అంగమునకును దాని పూర్వకాలపు (కారణాభమైన) వేరొక అంగమునకును గల సాహచర్యములు కనుక్కోవడముమీద ఆధారపడి నాడు. ఉదాహరణమునకు, ఆయన భారత ద్వీపకల్పముమీద వర్షపాతానికీ ఏప్రిలు, మే నెలల దక్షిణాఫ్రికా వాయుపీడనానికీ గణనీయమయిన సంబంధమున్నట్లు కనుక్కున్నారు. ఋతుపవనముకూ, ప్రపంచములో ఇతరప్రదేశాలలో మార్పులుపొందే ఇతర వాతావరణాంగములకూ ఉన్నట్టుగా కనిపెట్టిన తక్కిన ఇలాటి సంబంధాలు ఆధారముగా, ఆయన ఋతువు మొత్తానికి వర్షపాతము ఇంత వుంటుందని అనుమానించగల సూత్రాన్ని నిర్మించారు. ఆయన గణితతంత్రమునుగురించి వచ్చే ఒక అధ్యాయము - సుదూర శీతోష్ణతాఅనుమానపద్ధతినిగురించిన దాని-లో వివరించబడినది. ఇక్కడ ఒక హెచ్చరికచెప్పడము యుక్తము.

వేర్వేరు వాతావరణ ఘటనలకుగల సంబంధాలు వెతకడము చాలా కష్టమైన కార్యక్రమము. వాటికి నిజముగా సంబంధము ఉన్నది అని నిశ్చయము చేయగలగడానికి ఎవరైనప్పటికీ, ముందుగా చేసి తృప్తిపొందవలసిన గట్టి గణకాంకశోధనలున్నాయి. భూభౌతిక విజ్ఞానచరిత్రలో గణకాంకదృష్ట్యా గణనీయమైనవీ, విశిష్టంగా అనుమానించడానికి వీలిచ్చేవీ, అలాటిసంబంధాలు లెక్కకి ఎన్నో లేవు, బహుకొద్ది.

సర్ గిల్బర్ట్ వాకర్ గణితము చెయ్యడంలో గట్టివారు. వైజ్ఞానిక కారణ కార్యసంబంధాలు వెతుకుతూ అనేకములైన లెక్కలు కట్టేరు. కంప్యూటర్లవంటి యంత్రసాధనాలు దొరకనిరోజుల్లో అంత ఓపికతోనూ పట్టుదలతోనూ పని చేశారంటే ఎవరైనా ఆశ్చర్యపోవలసినదే. అయినా, ఆయన వైజ్ఞానిక బుద్ధిచతురత నిరంతరపరిశ్రమా ఎలాగున్నా, సర్ గిల్బర్ట్ లెక్కల వాతావరణ జోస్యపు విలువనుగురించి ఈనాడు ఎంతయినా వివాదము ఉన్నది.

ఉపరితర వాతావరణములో ప్రవేశించే విజ్ఞాపిబెలూనుతంత్రాలు రావడముతో భారతీయ వాతావరణవిజ్ఞానము పురోగమనమువైపే మళ్ళీ సాగింది. ఉపరితర వాయుసంశోధనచరిత్ర అయితే పంధొమ్మిదవశతాబ్ద అంతములోనే ప్రారంభమైన

దవచ్చు. తొలియత్నాలు గాలిపటాలూ బెలూనులూ, లేదా గాలిపటమూ బెలూనూ జోడింపులతో (వీటివి కైటూను అన్నారు) చేశారు. ఆ తరువాత వృద్ధి, ఉపరితర వాయు సంశోధనకని పనికివచ్చే మీటిరోగ్రాపు నిర్మాణముకోసము ప్రయత్నాలు జరిగాయి. మీటిరోగ్రాపు అంటే, బెలూను ఉపరితరవాయువులో పైకి పోతూన్నప్పుడు ఉష్ణోగ్రత, వాయుపీడనమూ ఆర్ద్రత గుర్తించే సంయుక్తసాధనము.

1929 వ సం॥ లో 'డైన్సు మీటిరోగ్రాపు'ను ఉపయోగించడము భారతీయ వాతావరణ విజ్ఞానానికి గణనీయమయిన సన్నివేశము. డబ్ల్యు. హెచ్. డైన్సు దీనిని ఇంగ్లండులో మొదట నిర్మించాడు. దానిలోని గుర్తింపు సాధనాల వరుస, కళాయిపెట్టిన ఒక పలకపైన ఉష్ణోగ్రతవంటి కొలతలను రేఖారూపములో గీచిపెట్టేటిది. బెలూను ఆరోహణము పూర్తిఅయి, మీటిరోగ్రాపును దిగువకు తెప్పించినతరువాత, మైక్రాస్కోపు (సూక్ష్మదర్శిని)తో ఆ గీట్లు 'చదవడము' వీలయ్యేది. తొలినాటి ఈ (బెలూను) ఆరోహణల ప్రయోజనము మీటిరోగ్రాపు దెబ్బ తినకుండా భూమిమీదికి దిగడముమీదా దానిని వదలినవారు తిరిగి దానిని సంపాదించడముమీదా ఆధారపడేది.

ఈ గొప్పచిక్కు ఉన్నప్పటికీ పెద్దసంఖ్యలోనే మీటిరోగ్రాపులు తిరిగి లభ్యము అయినవన్నది ఆశ్చర్యమే. భారతదేశములో ఆగ్రాలో జి. ఛటర్జీన్నీ ఆయన అనుయాయులూ డైన్సు మీటిరోగ్రాఫ్‌తో ఎన్నో జయప్రదములయిన ఆరోహణలు జరిపారు. ఈ ఆరోహణలఫలితాలు భారతీయ వాతావరణ వైజ్ఞానికులకు ఈ దేశపు ఉపరితర వాయుమండల ప్రథమదర్శనాన్ని సమకూర్చినవి.

ఇటీవల వైజ్ఞానికుల మొగ్గు ఋతుపర్షాన్ని నిర్ణయించే వైజ్ఞానికసూత్రాలు తెలుసుకోవడమువైపు ఉంటున్నది. ఈ సందర్భములో, రాకెట్ల వాతావరణ ఉపగ్రహాల అత్యున్నతారోహి బెలూనులసాయముతో వృద్ధిఅయిన శుద్ధ పవనతంత్రాలు మనకు విరివిగా కొత్త విజ్ఞానవస్తువును సేకరించిపెడుతున్నాయి. శోధనాతంత్రాలతోపాటు వాయుప్రవాహ యాంత్రికతను అవగాహన చేసుకోవడములో చాలా ముందంజలువేయడము జరిగినది. ఉదాహరణకు భారతదేశపు ఋతుపవనములో భారీఎత్తున విసిరే గాలులను అనుకరించే గణితీయ నమూనా నిర్మించడానికి సాధ్యమౌతున్నది ఈనాడు. కంప్యూటర్ తంత్రములోవచ్చిన మెరుగులమూలాన్న ఈ క్షేత్రంలో జరిగిన అభివృద్ధులు బాగా మనస్సుకి నాటుతున్నాయి. క్లిష్టమైన

గణితసమస్యలను ఎలక్ట్రాను కంప్యూటర్ల సాయముతో విడదీసితీర్చడము నేడు క్షణికకాలంలో జరుగుతున్నది.

భారతదేశపు ఋతుపవనప్రభావము వ్యవసాయముమీద చాలా ముఖ్యమే అయినా అది తక్కినవాటిలో ఒకటి. ముఖ్యంగా వర్షపాతవిశ్లేషము నదీశయ్యలలో రకరకాల ప్రాజెక్టులునిర్మించే హైడ్రాలిక్ ఇంజనీయర్లపనికి రోజురోజుకీ ఎక్కువ అవసరమౌతున్నది. ఈ శాఖలో, రెండో ప్రపంచయుద్ధకాలంలో ప్రప్రథమంగా పని చూపించిన ప్రొఫెసర్ పి. సి. మహలనోబీస్ శ్రమ చాలా ఆసక్తిజనకము. ఆయన ఒరిస్సానదీశయ్యలలోని వర్షపాతాన్ని, నదీజలనిష్క్రమణాన్ని విశేషంగా పరిశీలనచేశారు. ప్రత్యేకంగా చెప్పవలసిన ఒక ఫలితము, గొప్ప ఆసక్తి కలిగించేదీ, ప్రయోజనానుకూలమైనదీ. నరజ్ అనేచోట మహానది నీటిమట్టాన్ని ముందే లెక్కగట్టి వీలిచ్చే సూత్రము. ఈ సూత్ర ముపయోగించి నరజ్‌దగ్గర మహానది మట్టాన్ని 24 గంటలకుముందే అనుమానించి తెలుసుకోవడము జరిగింది. ఈ పరిశోధనంతా పి. సి. మహలనోబీస్ రచించిన 'ఒరిస్సాలోని గాలివానలూ నదుల వరదలూను' అన్న వ్యాసములో మనకు విదితమవుతుంది.

ఆఖర్న చెప్పినా ప్రాముఖ్యతలో తక్కువేమీ కానిది, భారతదేశపు ఋతుపవనముమీద దీర్ఘములయిన పర్వతపంక్తుల ప్రభావము. మనదేశపు పశ్చిమ తీరములో కురిసే జడివానలతో చాలాభాగము పడమటి కనుమలరూపంలోవున్న ఆడ్డంకివల్లనే అని సువిదితము. అండాకారంలో మన ఉత్తర సరిహద్దులలో హిమాలయపీఠభూమి రూపంలోఉన్న బృహత్తరాటంకము పైదానికన్నా తక్కువదేమీ కాదు. 'హిమాలయాలు అడ్డంగాని లేకపోతే ఋతుపవనమునకు ఏమౌతుందీ?' అని ప్రశ్నించవచ్చు. ఇది కేవలం వైజ్ఞానికప్రశ్నమాత్రమే కాదు. ఎందుచేతనంటే, దీనికి జవాబు చెప్పబోతే పెక్కు ఇతరప్రశ్నలు లేస్తాయి, వాటికన్నింటికీ ఈ మొదటిప్రశ్నతో సంబంధముా వుంది. ఉదాహరణకి హిమాలయాలే లేకపోతే ఋతుపవనము తిన్నగా సైబీరియావరకు సాగిపోయి అక్కడి శీతోష్ణస్థితిని మార్చుతుంది అనుకోవడము న్యాయమే అవుతుందా? ఉత్తర భారతదేశంలో మనకు వచ్చే వానలు హిమాలయాల అడ్డువల్ల ఏమవుతాయి? పర్వతాల ఆటంకాలు తప్పించి, నేల వేసవిలో వేడెక్కేరేటు మార్చి, మనము శీతోష్ణస్థితిని

మార్చగలమా? ఇలాటి సవాలుప్రశ్నలకు జవాబు చెప్పుకోవడానికి యత్నించడములో భారతదేశపు ఋతుపవనముయొక్క చిత్రాతిచిత్రముఖాల్ని మనము తరుచు కొత్తగా కనుక్కుంటాము.

ఋతుపవనమునుగురించిన ప్రశ్నలకు అన్నిటికీ జవాబులు తెలుసుననిగానీ, అర్థమైనవి అవిగానీ ఈ దశలో చెప్పజాలము. కాని, రాబోయే అధ్యాయాలలోను ఋతుపవనమును అది వర్తించేరీతిగా ఎందుకు వర్తిస్తున్నదో అర్థము చేసుకోవడానికీ, వీలయితే విశదము చెయ్యడానికీ వాతావరణవైజ్ఞానికులు ఏ తంత్రాలు ఉపగించారో వివరించయత్నిస్తాము.

అధ్యాయము 2

ఋతుపవన శీతోష్ణతా ప్రభావము

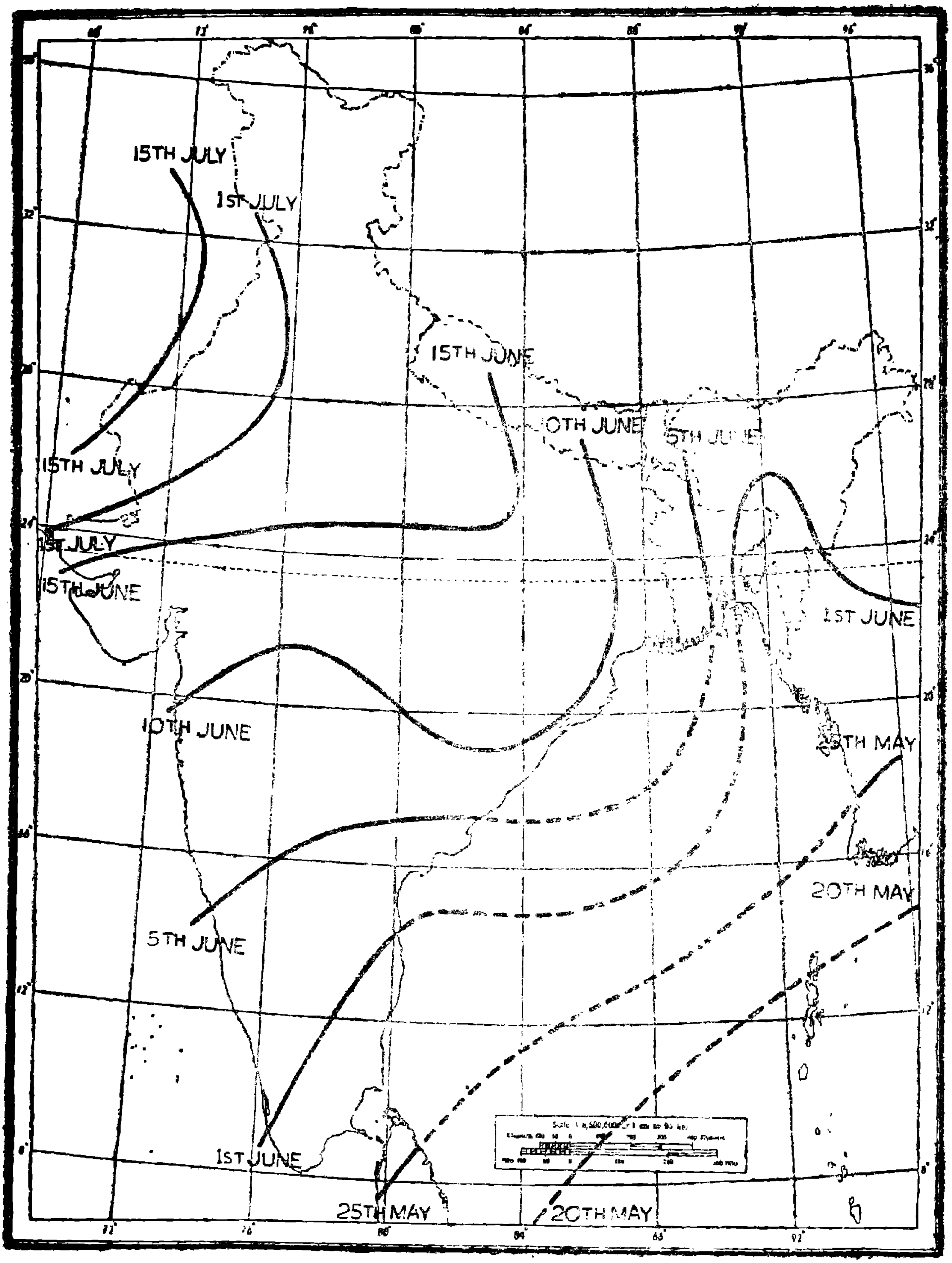
2·1 వేసవి (నైఋతి) ఋతుపవనము

2·1. 1. ప్రవేశనిష్క్రమణ తేదులు

గత అధ్యాయములో వేసవి (నైఋతి) ఋతుపవనము భారతదేశానికి నైఋతిమూల వైపునుండి వస్తుంది అని చెప్పుకున్నాము. దేశములోని వివిధభాగాలమీదకు ఋతుపవనము వచ్చేతేదీలలో ఈ సంగతి చక్కగా తెలుస్తుంది.

ఋతుపవన ప్రవేశమన్నది అసలు దేనినిబట్టి? అన్న విషయమునుగురించి అభిప్రాయాలు వేర్వేరుగా ఉన్నాయి. అది కుంభవృష్టితో ఉరుములూ మెరుపులూతో వచ్చేటిదే అని తరచు భావించబడుతోంది. కాని మొత్తముమీద అది అలాటిది కానక్కరలేదు. ఇంతకుముందు చెప్పినట్లుగా ఋతుపవనము అన్నది తడితో నిండిన వాయుప్రవాహము. దాని ఆగమనము ఇంచుకంత సంధికాలంతో ముందు వేసవినుండి (కొద్దివానలతో) హెచ్చు తడిగాలినిండిన వాతావరణానికి క్రమభేదము. ఇంతేకాదు ; అస్సామూ పశ్చిమబెంగాలూవంటి భారతదేశ విశాలభాగాలలో ఋతుపవనము పూర్వపు నెలలు ఏప్రిల్ మేలలో ఉరుములతో కుంభవృష్టులు వుంటాయన్న సంగతి అందరెరిగినదే. ఇదే భారత ఈశాన్యభాగపు 'వాయవీయాలు' లేక 'కాలవైశాఖీలు' వాతావరణములోని బలమైన సంవహన గమనాలకు ఈ ఉరుముల వానలు ఉదాహరణాలు. సామాన్యంగా ఇవి పెద్దపెద్ద వర్షపాతాన్ని కలిగించగల విడివిడి విశాల వర్షామేఘాలుగా అగుపడతాయి. కొన్ని సంవత్సరాలలో ఋతుపవనము ముందటి ఈ ఉరుములవానల హడావిడి తరచుగానూ ఎక్కువగానూ ఉన్నప్పుడు ఇది ఋతుపవన వర్షమే అవునో, కాక దాని పూర్వపు గాలివానో, తెలుసుకోవడము కష్టము. సాధారణంగా వీటినడిమి పరిణామకాలములో వాయుమండల లక్షణాలు క్రమభేదాన్నే చూపిస్తాయి.

గణకాంకీయంగా ఋతుపవన ప్రవేశదినాన్ని తేల్చేపద్ధతి ఒకటి ఉన్నది. ఇది తరచు సంతుష్టికరమూ సులువూ కూడానూ. మాసమును ఐదేసిదినముల భాగాలుగా



పటము - 2·1 ఋతుపవన ప్రవేశదినములు

చేస్తే - వీటిని 'పంచమాలు' అంటారు. సామాన్యముగా - ప్రతీ పంచమానికీ మామూలుగా వర్షపాతము ఎంత ఉంటుందో శీతోష్ణతా లేఖనాలనుబట్టి గణకాంక పద్ధతిలో కనుక్కోవచ్చును. వర్షమాని (సాధనా)లు దేశమంతటా చిక్కనైన అల్లికగానే డెబ్బయిఅయిదు సంవత్సరాలనుంచీ ఏర్పాటై ఉన్నాయి కనుక ఈ లెక్కలు దేశమంతటా కనుక్కోవచ్చును. ఋతుపవన ప్రవేశకాలంలో. ఒక పంచమంలోని వర్షపాతము హఠాత్తుగానూ చక్కగా తెలిసేటట్టుగానూ, దానికి పూర్వపు రెండు మూడు పంచమాలకంటె. ఆధిక్యము ప్రదర్శిస్తుంది. ఈ ఆధిక్యము తాత్కాలికముకాదు, ఆ తరువాతకూడా నిలిచే ఉంటుంది. ఈ పరిస్థితులలో ఋతుపవన ప్రవేశకాలము, వర్షపాతములో హఠాత్తుగా ఆధిక్యము కనబడిన ఆ పంచమమే' అని చెప్పడము కష్టముకాదు. ఈ రీతిగానే భారత దేశంలోని ఆ యా భాగాలకు సాధారణంగా ఋతుపవనము వచ్చే తేదీలు నిశ్చయించబడ్డాయి. ఇది 2·1 పటములో చూపబడినది.

పటములో, సింహళానికీ బంగాళాఖాతములోని దీవులకూ ఋతుపవనము వచ్చే సాధారణదినము మేనెల చివరివారంలోనిదని చూడవచ్చును. ఆ తరువాత ఆ తేదీ భారతద్వీపకల్పపు చివరికొనను ఒక వారం తరువాత అందుకుంటుంది. (జ్యూన్ 1.) ఋతుపవనము తరువాతిగమనమును అరేబియా సముద్రశాఖ, బంగాళాఖాత శాఖ అనే రెండుశాఖలుగా అనుసరించవచ్చును.

మొదట అరేబియా సముద్రశాఖను పరిశీలించుదాము. ఇది క్రమముగా జ్యూన్ 10 వ తేదీనాటికి ఉత్తరమువైపు బొంబాయిదాకా జోరుగానే సాగుతుంది.

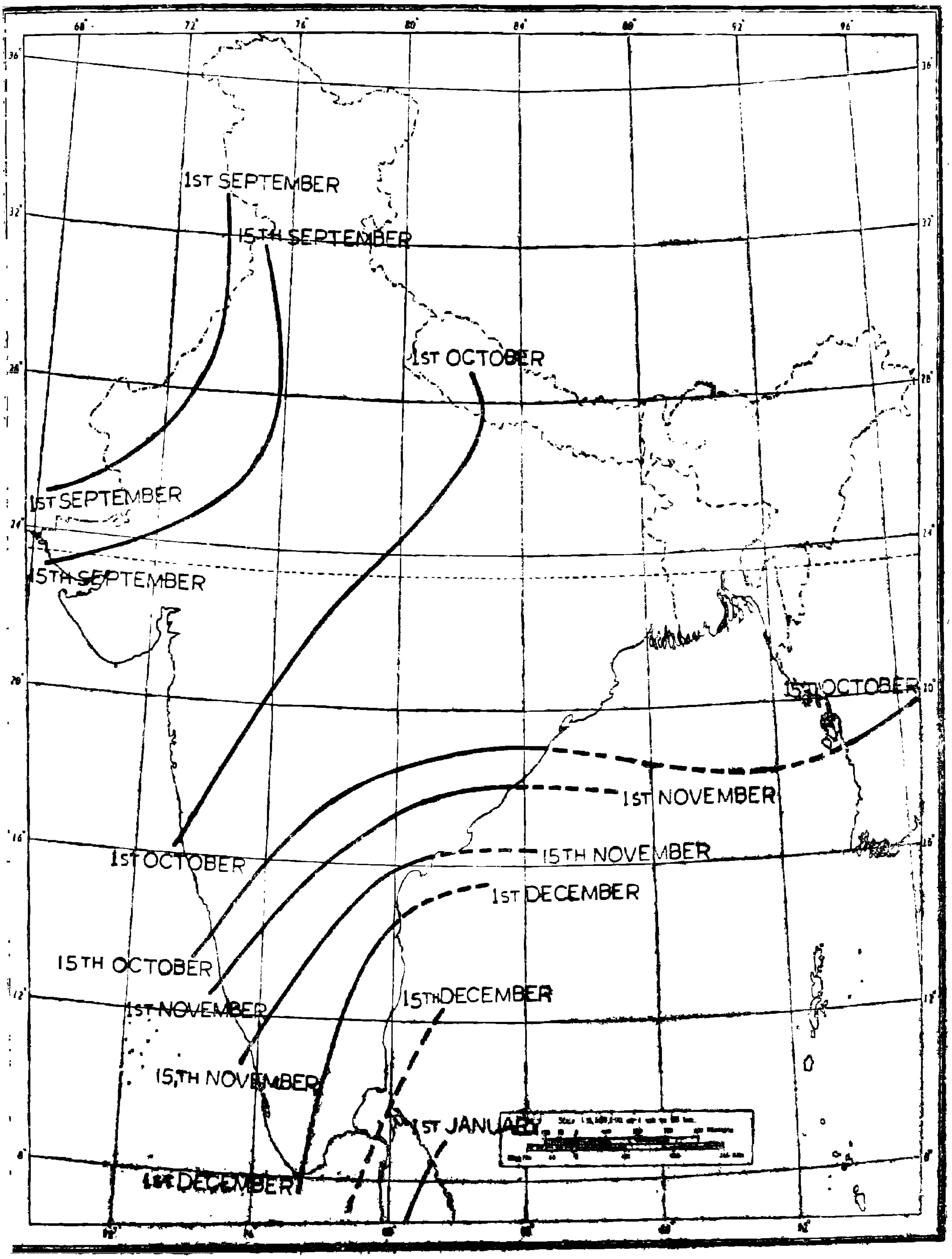
ఈలోపుగా బంగాళాఖాత శాఖగమనము తక్కువేమీ కాదు. అది బంగాళాఖాతము నడిమికి కదిలి జ్యూన్ మొదటివారానికి అస్సాము రాష్ట్రమంతటా వ్యాపిస్తుంది. హిమాలయాల దక్షిణపుసరిహద్దు చేరినపిమ్మట ఈ బంగళాఖాతశాఖ పశ్చిమమువైపు మళ్ళిపోతుంది. ఈ కారణంవల్ల దీని పశ్చాద్గమనము బర్మామీదికి కాక భారతదేశములో గంగా మైదానాలమీదికే పురోగమిస్తుంది.

ఋతుపవన ఆగమనము బొంబాయికి కంటె కలకత్తాకు కొంచెము ముందు. కలకత్తాకు సామాన్యంగా జ్యూన్ ఏడవతేదీకి దాని ఆగమనము. అరేబియా సముద్రశాఖ బొంబాయికి సామాన్యంగా జ్యూన్ 10 వ తేదీకి వస్తుంది.

జ్యూన్‌నెల మధ్యకి అరేబియా సముద్ర ఋతుపవనముశాఖ సౌరాష్ట్ర, కచ్చ్, మధ్యభారతరాష్ట్రాలమీదకు విస్తరిస్తుంది. అటుపిమ్మట పశ్చిమానికి మళ్ళిన బంగాళాఖాతపుశాఖ, అరేబియాసముద్రపుశాఖ ఒకేప్రవాహంగా చేరడానికి యత్నిస్తాయి. ఇప్పటికి మిగిలిపోయిన పశ్చిమ ఉత్తరప్రదేశము, హరియానా, పంజాబు, తూర్పు రాజస్థానమూ జ్యూలై ఒకటవ తేదీకి ప్రథమ ఋతుపవనము వర్షాల్ని అనుభవిస్తాయి. ఢిల్లీ (28° ఉత్తరము, 77° తూర్పు అక్షాంశరేఖలమీది) వంటి ప్రదేశానికి ఋతుపవనరాక చిత్రమైన సమస్యను లేపుతుంది. ఒకప్పుడు ఢిల్లీకి మొదటి ఋతుపవనము వర్షాలు బంగాళాఖాత ఋతుపవనశాఖ ద్వారుగా తూర్పువైపునుంచి వస్తాయి. కాని పెక్కుసారులు దక్షిణమునుంచే, అంటే అరేబియాసముద్రము వైపునుంచే ప్రవేశిస్తుంది. ఢిల్లీవిచేరే పరుగులో బంగాళాఖాత శాఖా అరేబియాసముద్రశాఖా? - ఏది గెలుస్తుంది? అన్న అల్లరిసమస్య వాతావరణవిజ్ఞానికి తరుచు ఎదురౌతుంది. జ్యూలై మధ్యకాలానికి ఋతుపవనము కాశ్మీరుకి మిగిలిపోయినభాగానికి విస్తరిస్తుంది కాని ఇప్పటికి చాలా తేమని వర్షించి ఉండడమువల్ల దాని ప్రవాహము చాలా మందకొడిగా ఉంటుంది.

ఋతుపవనము ఉండేకాలము రెండునుంచి నాలుగునెలలుదాకా మారుతూ ఉంటుంది. సెప్టెంబరు మధ్యకి పంజాబు, రాజస్థానాలనుంచి నిష్క్రమించడము ప్రారంభిస్తుంది. ఋతుపవనప్రవేశముకంటె దాని నిష్క్రమణము నెమ్మదిగా జరుగుతుంది. మొత్తముమీద వాయవ్యభారతమునుంచి సాధారణంగా అక్టోబరు ప్రారంభానికి నిష్క్రమిస్తుంది. దేశంలోని తక్కిన రాష్ట్రాలనుంచి నవంబరు ఆఖరుకి వెళ్ళిపోతుంది. 2·2 పటములో సాధారణంగా ఋతుపవనమును నిష్క్రమించే తేదీలను సూచించినాము.

నైఋతిపవనము ఈశాన్యపవనము భారతద్వీపకల్పము దక్షిణాగ్రముదగ్గర రెండూ ఒకేకాలంలో ఉండగలవా? అన్న చిత్రమైనప్రశ్న ఉదయిస్తూంటుంది తరుచు. ఈ సందర్భంలో శీతాకాలపు ఈశాన్యపవనము భారతద్వీపకల్పపు దక్షిణార్ధముమీదికి అక్టోబరులో విసరుతుందన్నసంగతి జ్ఞాపకము చేసుకోవాలి. రెండు ఋతుపవనసంస్థలూ ద్వీపకల్పభాగానికి ఒకేకాలంలో చేరగలవనే అనిపించినప్పటికీ, వాస్తవానికి అలాటిసన్నివేశాలు అరుదుగానే ఉంటాయి. ఏమైనా నైఋతి ఋతుపవనము అక్టోబరు నెలాఖరుకి ప్రయాణావసానములోనే ఉంటుంది. తమిళ



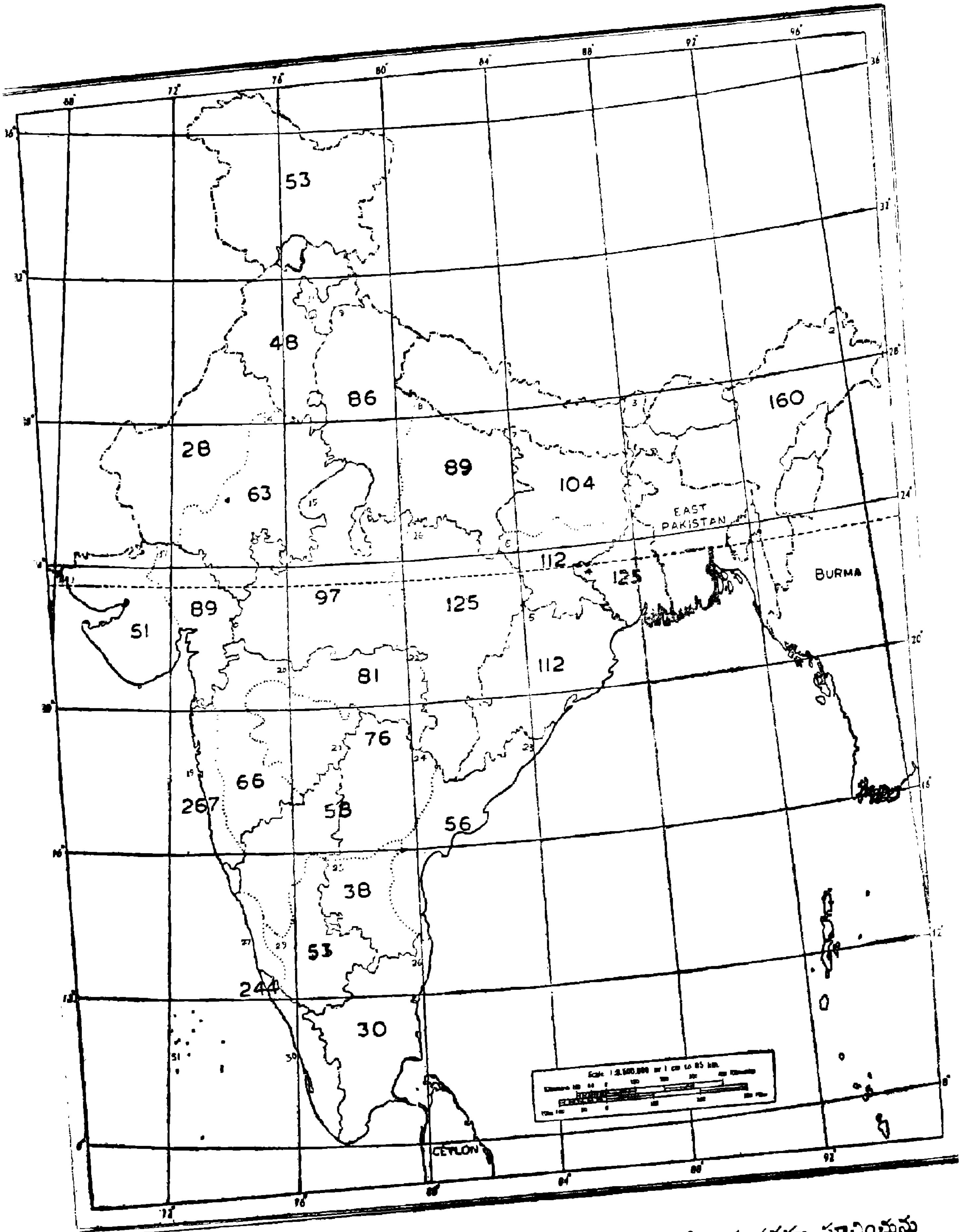
పటము - 2·2 ఋతుపవన నిష్క్రమణ దినములు

నాడు, మైసూరు, కేరళ అనే దక్షిణరాష్ట్రాలలోని వర్షపాతము మొత్తంగా శీతాకాలపు ఈశాన్యపవనానికి ఆరోపించడమే జరుగుతుంది.

2·1.2 వర్షపాతము

భారతదేశముమీది వార్షిక వర్షపాతములో దెబ్బై శాతమునకు మించి నైఋతి పవనకాలములోనే గుర్తించబడుతుంది. ఇది ప్రతిసంవత్సరమూ జూన్ సెప్టెంబరునెలల నడిమికాలము. ఎక్కువవర్షమును పొందే ప్రదేశాలు పశ్చిమతీర ప్రదేశాలూ, భారతదేశ ఈశాన్యములోఉన్న అస్సామూ పశ్చిమ బెంగాలూను. ఈ అధిక వర్షపాత ప్రదేశాలలో పర్వత స్వరూపాలది ముఖ్యమైన పాత్ర. 2·3 పటములో వర్షపాతపంపకము చూపబడింది.

పశ్చిమతీరము వెంటడినే పడమటి కనుమలు ఉత్తరమునుండి దక్షిణానికి ఉన్నాయి కనుక నైఋతిమూలనుండి కనుమలకు తాకే ఋతుపవనము పవనాలు గాలివైపు ఉన్న పర్వతపార్శ్వముమీదే తమ నీటిని వర్షింపచేస్తాయి. వర్షపాత పంపకపు చిత్రము చూడండి: గాలి అటువైపు ఉన్న బొంబాయిలో (18°54 ఉ. 72°49′ తూ) 187·5 సెం. మీ. వర్షముండగా కనుమలనీడలోవున్న పూనాలో (18°32′ ఉ. 73°70′ తూ) ఆ కాలంలోనే 50 సెం. మీ. ల వర్షముంది. బొంబాయికీ పూనాకీ చూడబోతే మళ్ళీ 160 కిలోమీటర్లే దూరము. భారతదేశపు ఈశాన్య పర్వతసీమ వర్షపాతములో మిక్కిలి ప్రసిద్ధము చిరాపుంజీ (25°15′ ఉ. 91°44′E) దగ్గరి అమితవర్షము. అస్సాములోని ఈ చిన్నవూరిలో ఏడాదికి కురిసే వర్షము దాదాపు 1087 సెం. మీ. (428 అంగుళాలు) ఈ వర్షములో సుమారు 254 సెం. మీ. (100 అంగుళాలు)లు జూన్ జూలై నెలలలో పడుతుంది. సాలు వర్షములో సుమారు 65 శాతము ఋతుపవనము నెలలు జూన్ జూలై ఆగస్టులలోనూ మిగిలినకొంచెము డిశంబరు జనవరినెలలలోనూ కనబడుతుంది. 1876 సంవత్సరము జూన్ 14వ తేదీన, ఒక్కరోజున 103·6 సెం. మీ. (40·8 అంగుళము)ల వర్షము చిరాపుంజీలో పడినదని బ్లాన్‌ఫోర్డు వెల్లడించారు. ప్రపంచమంతటిలోనూ చిరాపుంజీలోనే ఎక్కువఅట వర్షపాతము. కొందరు మాత్రము దానికి చేరువలోవున్న మాసిన్రామ్ (25°18′ ఉ. 91°35′ తూ) అన్న పల్లెలో ఇంకా ఎక్కువ వర్షము పడుతుందంటున్నారు. చిరాపుంజీ రికార్డులకన్న



పటము - 2·3 ఋతుపవన వర్షపాతపు పంపకము - అంకెలు సెంటిమీటర్ల వర్షము సూచించును
(కె. యస్.రావు అంచనా ప్రకారము)

మాసిన్రామ్‌వి విశ్వసనీయములుకావు. ఉన్న కొలతలనుబట్టి మాసిన్రామ్‌లోని సాలుసరి వర్షపాతము 1141 సె. మీ. అన్నట్లు తెలుస్తుంది. చిర్రాపుంజీలోని సాలుసరి వర్షముకన్న ఇది కొంచెము ఎక్కువే.

చిర్రాపుంజీ మాసిన్రామ్‌లు రెండూ ఖాసీకొండల దక్షిణ చరియలమీద ఉన్నాయి. ఆ కొండల సగటు ఎత్తు 1·5 కి. మీ. ఈ రెండు స్థలాలలోనూ గుర్తించిన వర్షము పర్వతస్వరూపాలవల్లనే అనడములో సందేహమేమీలేదు. రెండు ఫూళ్లూ దక్షిణమునుంచి ఉత్తరానికున్న లోతైన లోయకు ఉత్తరపు కొసని ఉన్నాయి. ఋతుపవనగాలులు దక్షిణము వైపునుంచి వీచినప్పుడు అవి లోయలో చిక్కుబడి తర్వాత లోయచివరి చిర్రాపుంజీనో మాసిన్రామ్‌నో తిన్నగా తాకుతాయి. ఖాసీ కొండలను తిన్నగా పవనాలు తాకినప్పుడు కుంభవృష్టి కురియడములో ఆశ్చర్యము లేదు.

తడితో నిండిన ఋతుపవనగాలులు మొత్తము పైకి లేపబడినప్పుడు ఎంత వర్షము పడగలదో సుమారుగా లెక్కకట్టడము సుళువే. గంటకు 40 కి. మీ. ల వేగము (25 మైళ్ల)తో విసిరే దక్షిణపుగాలివల్ల రోజుకి 44·7 సె. మీ. (17·6 అంగుళా)ల వర్షపాతము సాధారణంగా ఉంటుందని అంచనా[3] వేశారు. ఈ అంకె ఉండవలసిన ప్రమాణములోనే వున్నదనీ, చిర్రాపుంజీ వర్షపాతము దక్షిణపుగాలి మొత్తంగా పైకి లేపబడితే కురిసేటంతప్రమాణంలోనే ఉన్నదనీ సూచిస్తున్నది.

చిర్రాపుంజీలోని ఋతుపవన వర్షాన్నిగురించిన విచిత్రమేమిటంటే ఆ వాన చాలమటుకు తొలిఝామునే పడడము.[1] దీనికి కారణము కొంతమట్టుకు, రెండు వేర్వేరు వాయుపుంజముల పరస్పరఘట్టనమే నన్నారు. ఋతుపవననెలలలో బ్రహ్మపుత్ర లోయలగుండా వీచేగాలులు సామాన్యముగా తూర్పునుంచో ఈశాన్యమునుంచో విసురుతాయి. దక్షిణ అస్సాముగాలులయితే దక్షిణమువైపునుంచి వస్తాయి. ఈ రెండు వాయుసంస్థల సంగమము సాధారణముగా ఖాసీకొండలకు చేరువప్రాంతంలో జరుగుతుందిగాని ఈ కారణమువల్ల తొలిఝాములో ఎక్కువ వాన ఎందుకు కురవాలో తెలియలేదు. తడినిండిన గాలులు లోయలలో రాత్రిపూట చిక్కుబడి, ఉదయకాలములో వెచ్చబడినతర్వాతనే పైకి లేవడము మొదలు పెడుతుండవచ్చు. ప్రాతఃకాలంలో వర్షము ఎక్కువ ఉండడాన్ని ఇది కొంత వివరించవచ్చు.

కొండలఔన్నత్యాలూ విస్తరణా ప్రధానమే అయినా ఋతుపవనవర్షానికి అవే ఏకైక ఆధారాలు అనుకోవడము తప్పే అవుతుంది. ఒక్కొక్కచోటి వాన ఇతర విచిత్రలక్షణాలు ఎన్నో ప్రదర్శిస్తుంది. ఉదాహరణకి ఋతుపవన ముందటినెలలు ఏప్రెలు-మేలలో ఈశాన్య భారతభాగాలు, ముఖ్యంగా పశ్చిమ బెంగాలు అస్సాము ఉరుముల మెరుపుల పెద్దవానల్ని అనుభవిస్తాయి. ఈ వానలు వాయవ్యమునుంచి రావడమువల్ల వీటికి 'వాయవ్యములు' అని పేరుపెట్టేరు. బెంగాలులో వీటిని 'కాల వైశాఖి' అంటారు. ఈ ఉరుములవానలు కొంచెముసేపే ఉంటాయి. పదేవర్షమైతే ఎక్కువగానే ఉంటుంది - తరుచు, గంటలో 5 సెంటిమీటర్ల వాన కొలుస్తారు. కాని వర్షము పడడముమాత్రము తక్కువకాలమే. ఋతుపవనవాన వైఖరే వేరు. కొన్నిరోజులపాటు నిరంతరమూ కురవడము దాని మామూలు వైఖరి; వాయు ఆరోహణవల్ల కురిసేవాన అంత ఒత్తుగా ఉండదు అది. ఋతుపవనవర్షాలతో ఒక్కొక్కప్పుడు కుంభవర్షా లుండవచ్చును కాని అలాటి సన్నివేశాలు అరుదుగా ఉంటాయి.

కుంభవర్షాలు తరుచు వింతఫలాలకి దారితీస్తాయి. ఢిల్లీమీద 1958 వ సంవత్స రపు జ్యూలై 20, 21 తేదీలలో కురిసిన కుంభవృష్టి ఒక ఉదాహరణము. ఆ సంద ర్భములో జ్యూలై ఉదయము 8-30 తో ఆఖరయిన 24 గంటలకాలములో 26·6 సెం. మీ. (10·5 అంగుళాలవాన రికార్డయినది. దీనిలో సుమారు 68 శాతము జ్యూలై 21 ఉదయకాలపు మూడుగంటలలో పడింది. ఈ కాలవ్యవధిలో వాన పడినరేటు గంటకు 7·5 సెం. మీ.లు (3 అంగుళాలు) మించిపోయింది. అంతకు ముందు 84 సంవత్సరాలకాలంలో రికార్డు అయిన వానలో ఈ మేఘవిస్ఫోటనమే ఎక్కువ వర్షపాతాన్ని కలిగించింది. పరిమితులలోఉన్న చిన్న మేరలలోని వాయు సంవహనఫలమే మబ్బు విరిగిపడినట్టుండే వాన. దీని తరువాతిఅధ్యాయములో ఈ సమస్యను ఇంకా వివరంగా పరిశీలిద్దాము.

ఋతుపననవర్షమును గురించిన ఇంకొకచిత్రము దాని పరివర్తనశీలము. భారత దేశములోని కొన్నిభాగాలలో ఋతుపవనవర్షపు వైఖరిలో ఒక ఏడాదికీ ఇంకొక ఏడాదికీ మార్పే కనబడదు. ఇవి పరివర్తనమేలేని మేరలు. ఇటువంటి శీతోష్ణతా మండలాలలో కాలవర్షము అనుకున్న విలవకంటె బహు కొద్దిగానే మారవచ్చునని

నిష్కర్షగా ఊహించి చెప్పడానికి వీలుంటుంది. ఈశాన్యభారతములో ఋతుపవనము వానలో చాలా తక్కువమార్పు ఉంటుందని అవలోకనము చేశారు. ఈ భాగాలలో వాన దాని మామూలుప్రమాణానికి 10 శాతాలకన్న మారదు। ఈసంగతి కొత్తఏమీ కాదు. ఏమంటే ఇదివరకే నిరూపించినవిధంగా వర్షపాతము అక్కడ కొండల ఔన్నత్యవిస్తరణనిబట్టి ఉంటుంది.

వాయవ్యభారతములోనూ రాజస్థానములోనూ, వర్షపాత పరివర్తత దాదాపు 50 శాతము లుంటుంది. ఋతుపవనవానలు ఈ ప్రదేశాలలోనే కనిష్ఠప్రమాణంలో ఉంటాయన్నది విశేషము. ఇది ఎక్కడయితే ఋతుపవనవర్షపాతము తక్కువగా ఉంటుందో, అక్కడే ఎక్కువగా మారుతుందికూడాను। అన్న తీర్మానానికి దారి తీస్తుంది. సుదీర్ఘ వర్షపాత అంచనాతంత్రాలు ఏర్పరచ యత్నించేవారికి ఈసంగతి చాలా ముఖ్యము. వర్షపాతమేగాని మామూలు శీతోష్ణతా పరిమాణంకన్నా వేరు కాకపోతే ముందే దాన్ని ఊహించి చెప్ప యత్నించడములో లాభము లేదుగదా? ఇందువల్లనే ఋతుపవన వర్షపాత సుదీర్ఘ అంచనా చాలామటుకు వాయవ్య భారతానికీ (దక్షిణ) ద్వీపకల్పానికీ పరిమితము అయిందంటే ఆశ్చర్యమేమి?

2·1. 3 సాధారణపవనాలూ మరియు పీడనమూ :

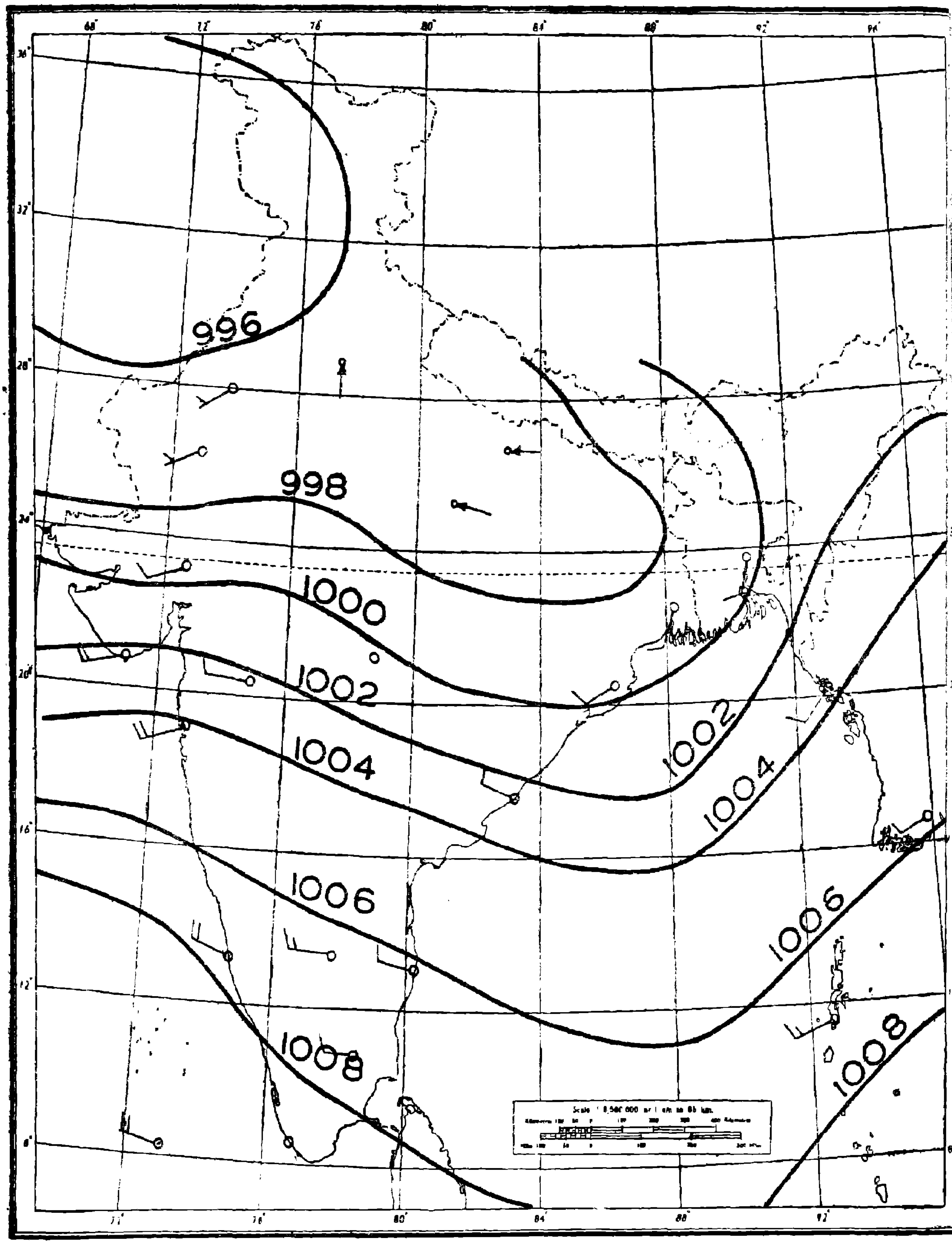
ఉపరితరపవనాలు భారతీయ వాతావరణ పరిశీలనాసంస్థలలో బెలూనుల సాయముతోనే నిర్ణయిస్తారు. చాలా సరళమైనదే అయినా పెద్దసైజు వాయు చలనాలజాడ తీయడానికి బెలూను ముఖ్యమైన వాహనము. వట్టి రబ్బరుబెలూనును హైడ్రొజనుతో నింపి అది పేలిపోయేలోగా 16 కి. మీ. దాకా పైకి లేచేటట్లు చేయవచ్చును. పైకి పోయినకొద్దీ బెలూనును తేల్చేసే హైడ్రొజను వ్యాకోచించడము మొదలుపెడుతుంది. 16 కి. మీ. ఎత్తున బెలూను అందుకునేటప్పటికి ఆ వాయువు తన తొలి పరిమాణానికి సుమారు పదిరెట్లు పెరుగుతుంది. ప్రత్యేకపు రబ్బరు సంచులు - అధికమైనబలమూ సమానపు దళసరిగల వాటిసాయముతో బెలూనులను 40 కి. మీ. వరకూ పైకి పంపవచ్చును. కాని వీటిని వాతావరణానుశీలనసంస్థలలో నిత్యము వాడాలంటే ఖర్చు అమితమైపోతుంది. కనుక సామాన్యప్రయోజనాలకి మన వాయుచలనపరిశీలన 16 కి. మీ. లకే పరిమితమై ఉంటున్నది.

బెలూను తేలిపోయేదారిని నేలమీదనుంచి మామూలుగా థియోడలైటుతో జాడ

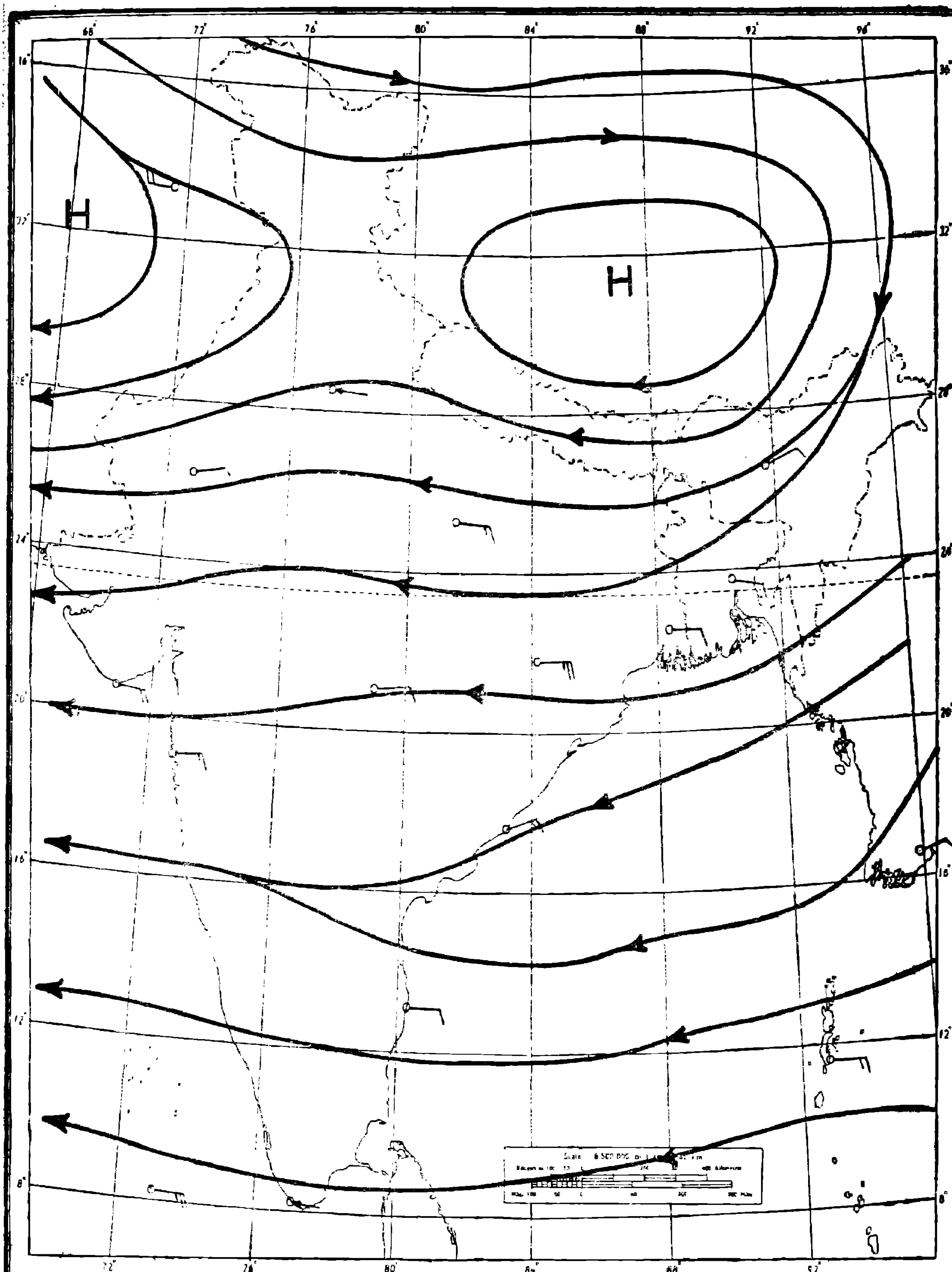
తీస్తారు. దీనివల్ల అదనపుచిక్కు తయారౌతుంది; ఋతుపవననెలలలో భారత దేశములో చాలాచోట్ల కిందకివున్న మేఘాలు ఆకాశాన్ని కప్పివేస్తాయి కనుకని. శీఘ్రంగానే బెలూను మరుగై పోతుంది. దానిజాడను చూపువల్ల తెలుసుకోవడము అసాధ్యమే అవుతుంది. ఈ చిక్కు దాటడానికి రాడారులో జాడతీయడము ఎక్కువగా వాడుతున్నారు కాని, దాని ఎక్కువఖరీదువల్ల ఉపరివాయు చలన పరిశీలనకు వలసినంత (రాడారు) వ్యూహములేదు. ఈ పరిమితులున్నా, ఉపరితరపవనాలను గురించి పెక్కేండ్లుగా కూర్చిన అవలోకనవస్తువు చాలానే సేకరణ అయివున్నది.

భూమిమీద పవనాలపంపకము భారమితి సూచించే (అనగా 'భారమితిక' పీడన పంపకమునుబట్టే వుంటుంది. పవనానికీ పీడన పంపకానికీ 'బైస్ బేలట్ల సూత్రము' అనే పేరుగల సంబంధసూత్రము ఒకటి ఉన్నది. ఈ సూత్రాన్నిబట్టి ఉత్తరార్ధగోళములో పరిశీలకుడు గాలివచ్చేవైపు వీపుతిప్పి నిలుచుంటే అతని ఎడమచేతివైపు హీనతరపీడనమూ కుడివైపు అధికతరపీడనమూ ఉండాలి. దక్షిణార్ధగోళపరిస్థితి దీనికి వ్యతిరేకము, పరిశీలకునికి కుడివైపు హీనతరపీడనమూ ఎడమకు అధికతరపీడనమూ ఉంటాయన్నమాట. ఈ సూత్రసహాయంతో మనము ఉత్తరార్ధగోళములో భారమితికపీడనము హీనముగావున్న కేంద్రము ('చక్రవాతము')చుట్టూ గాలిపరివర్తనము ఎప్పుడూ అప్రదక్షిణముగానే ఉంటుందని అనుకోవచ్చు. దక్షిణార్ధగోళానికిగాని మనము కదిలితే చక్రవాతానికిచుట్టూ వాయు పరివర్తనము - బైస్‌బేలట్‌లసూత్రాన్ని అనుసరించి ప్రదక్షిణమార్గములో ఉంటుంది. వాస్తవానికిమాత్రము భూమిమీదిగాలి పైన సూచించినరీతిగానే విసురుతూ, సమ(వాయు) పీడనరేఖలకు అడ్డంగా 20° నుండి 30° కోణములో వినరడము కనబడుతుంది.

వాతావరణవిజ్ఞాని మామూలుగా పాదరసపు 'భారమితి'లోని పాదరస స్తంభపు ఎత్తు కొలిచి, దానినిబట్టి పీడనము లెక్క కడుతాడు. భౌతికవిజ్ఞానాలు చాలా వాటిలో (వాయు)పీడనము రస స్తంభపు పొడవుగానే సూచింపబడుతుంది. ఉదాహరణకి సముద్రమట్టము దగ్గర '(ప్రమాణ) పీడనము' '760 మిల్లీమీటర్ల పొడవు'. కాని వాతావరణ పరిశీలనలో పీడనములో పెద్దపెద్దమార్పులు వాడడము అవసరము. కనుక 'మిల్లీబార్' (మి. బా) అనే వేరే కొల వాడడము అనుకూలమైంది.



పటము - 2·4 సామాన్య ఋతుపవన సమపీడనరేఖలు-పవనాలు 1000 మిల్లిబార్లకద
జ్యూలైలో సముద్ర మట్టములో



పటము - 2·5 సామాన్య ఋతుపవన పవనాలు 300 మి. బా.లలో (9 కి. మీ. ఎత్తున) జ్యూలైలో

మిల్లీబారు. (అడ్డుగా ఉన్న) ఏక ప్రమాణవైశాల్యముమీది పీడనశక్తిని చెబుతుంది. ఎన్నో భౌతికవిజ్ఞానాల్లో శక్తికి ప్రమాణము (కొల) ఒకడైను. ఇది, ఒక గ్రాము వస్తువుమీద పనిచేస్తే సెకనుకి 1 సెం. మీ. త్వరణము (వేగవృద్ధి) కలిగించేశక్తిని సూచిస్తుంది. ఈ లెక్కని పీడనమును కొలిచే ప్రమాణము 'చదరపు సెంటిమీటరుకి 1 డైనుశక్తి ఉన్నది' కావాలి. ఇది వాతావరణపు లెక్కలకు చాలా చిన్నదైపోతుందని, ఇంకా పెద్దకొల-మిల్లీబారు (మి. బా) అన్నది ఏర్పరిచారు. మిల్లీబారు అంటే చదరపు సెంటిమీటరుకీ వేయి డైనుల శక్తి. కొంచెము లెక్కవేస్తే సముద్రమట్టముదగ్గర ప్రమాణపుపీడనము 760 మి. మీ. అన్నది 1013·2 మిల్లీబార్లు (మి. బా)గా తేలుతుంది.

(పొడవూ వెడల్పూ ఎత్తూ అన్న) మూడు కొలతలుగల వాతావరణపు భౌతిక స్థితి రూపించుకోవడానికి వేర్వేరు ఎత్తులలో, అనగా వేర్వేరు పీడనములలో ఉన్న వాయుగమనపు కొలతలను ఇవ్వడము మామూలు. 2·4, 2·5 పటములలో 1000 మి.బా.లూ, 300 మి.బా.లూ పీడనముతో (అనగా సముద్రమట్టములోనూ 9 కిలో మీటర్ల ఎత్తుననూ)ఉన్న సాధారణ ఋతుపవన వాయువులను ఫక్తు ఋతుపవన మాసమైన జ్యూలై నాటివి సూచించడమైనది.

మొదట దిగువమట్టపు గాలుల సగటురూపము గమనించుదాము. భూమధ్యరేఖ వైపు, ఆగ్నేయమునుండి 10° ద. ప్రాంతమునుంచి విసిరేగాలి, భూమధ్యరేఖను దాటగానే దారిమార్చి భారతదేశపు పశ్చిమతీరమును పశ్చిమమునుంచిగాని నైఋతి వైపునుంచిగాని ప్రవేశిస్తుంది.

ఈ దిక్కుమార్పు భూమి ఆత్మభ్రమణమువల్ల ఏర్పడినట్లుగా వివరించవచ్చును. సిద్ధాంతఆధారముగా, భూమి ఆత్మభ్రమణమువల్ల ఉత్తరార్ధగోళములో ప్రవేశించే వాయువులను కుడివైపు మళ్ళించేశక్తి 'కొరియోలిస్ శక్తి' అనేది-జనిస్తుందని నిరూపించవచ్చును. భూమధ్యరేఖను దాటగానే ఒక పెద్దవాయుప్రవాహము ప్రతి చక్రవాతపు (ప్రదక్షిణమార్గి) పరివర్తనముపొంది భారతదేశపు పశ్చిమతీరాన్ని పశ్చిమమునుంచీ, నైఋతినుంచీ చేరవస్తుంది.

ఉత్తరభారతపు గంగా సింధు మైదానాలలో దీర్ఘమయిన హీనపీడనమండలము ఏర్పడడము విశేషము. ఈ హీనపీడనపు మండలఅక్షము సుమారుగా వాయవ్యమునుండి ఆగ్నేయమువైపు సాగిఉంటుంది. హిమాలయపర్వతముల దక్షిణ

అంచుకు ఇది ఇంచుమించు సమాంతరముగా ఉంటుంది. భారతీయ వాతావరణ విజ్ఞానులు దీనిని 'ఋతుపవన మూకుడు' అంటారు. దీని అక్షము విశ్చలంగా ఉండదనీ, గంగా సింధు మైదానానికి ఉత్తరానికీ దక్షిణానికీ అల్లాడుతూ ఉంటుం దనీ ముందుముందు తెలుసుకుంటాము. దీనిచలనాలు ఉత్తరభారతముమీద ఋతు పవనవర్షపు కొద్దికాలపు అంచనాలమీద ముఖ్యమైనప్రభావము ప్రదర్శిస్తాయి.

ఇప్పుడు ఉన్నతతరమట్టాలలోని సాధారణపవనాలు గమనిస్తే (300 మి.బా. పటము 2·5), భారతదేశముమీదికి వీచేగాలులు తూర్పునుంచి వస్తున్నాయని తెలు స్తుంది. భూమట్టంలో పశ్చిమంనుంచి విసిరేగాలులు మనము పైపైకి వెళ్ళినప్పుడు తూర్పునుంచి విసురుతాయి. 300 మి.బా. పీడనముండే ఆ ఎత్తులలో భారత ఉప ఖండము భాగాలు చాలావాటిల్లో, విస్తృతమైన ప్రతి చక్రవాతము - దిగువమట్టం లోని ఋతుపవన సంస్థలకుపైన వర్తిస్తూ ఉంటుందన్నమాట. గాలులు గమన దిశనుమార్చే ఎత్తు సుమారు 500 లేక 400 మి. బాలు అనగా 6 లేక 7 కిలో మీటర్ల ఎత్తున.

2·1. 4 తూర్పుముఖ జెట్ ప్రవాహము.

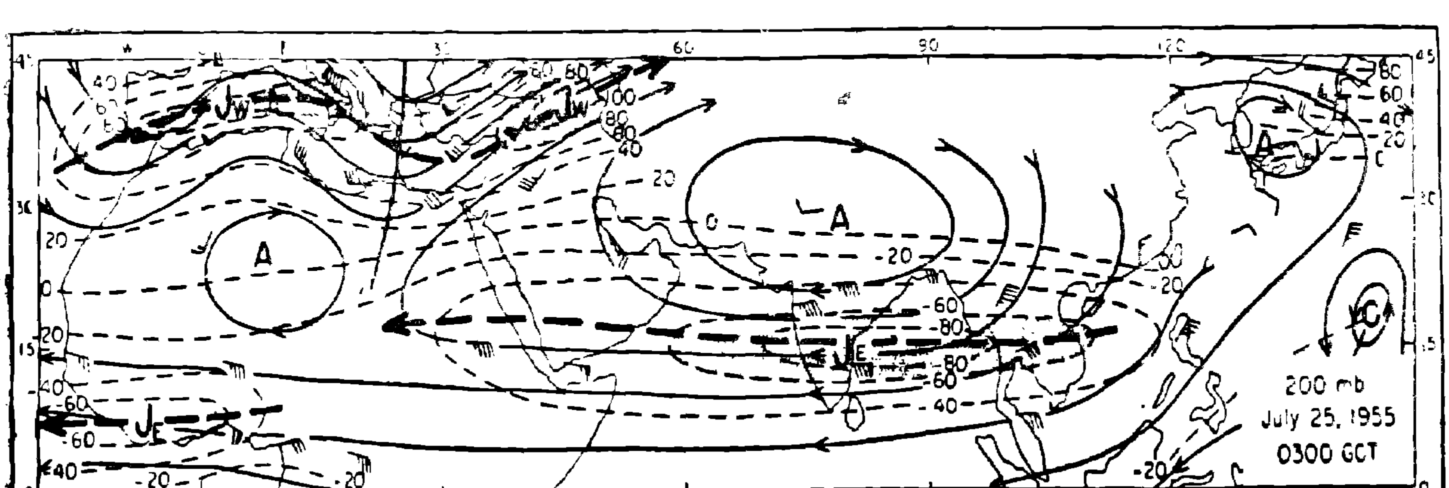
ఉపరితల ప్రతిచక్రవాతముయొక్క దక్షిణపుటంచు వెంబడినిఉండే బలమైన తూర్పుముఖ పవనాలప్రవాహము పెద్దవిశేషము. ఈ బలమైన సన్నని తూర్పు వాయుప్రవాహము 200 మి.బా.లనుండి 100 మి.బా.ల ఎత్తున కనబడింది. 100 నాట్లనుమించిన వేగాన్నిచూపే ఈ తూర్పు మారుతాలను వాతావరణవిజ్ఞానులు ఉష్ణమండలపు తూర్పు జెట్ ప్రవాహాలంటారు. ఈ ప్రవాహపు వెన్నెముక సుమారు 150 మి.బా.లలో (13 కి. మీ.) ఉన్నట్లు గుర్తించారు.

రెండో ప్రపంచయుద్ధము ఆయేసరికి ఏరోప్లేను విహారతంత్రములో జరిగిన శీఘ్రవృద్ధివల్ల ఉపరితర వాతావరణపరిశీలనకు అత్యవసరమైన ప్రోత్సాహము లభించింది. సరిగా ఆ రోజులలోనే జపానుదేశముమీద ఎగిరే అమెరికన్ బాంబరు దళాలకు వాటివేగముతో తుల్యమైనవేగముతో ఎదురుగా (తూర్పుముఖంగా)వీచే గాలులు అద్భుతగిలాయి. అంత వేగవంతములయిన వ్యతిరేక వాయుప్రవాహాలు అంతవరకూ ఎదురు రాకపోవడమువల్ల విమానచోదకులు చాలా ఖంగారుపడ్డారు వాటి విచిత్రప్రవేశానికి. స్వీడిషు వాతావరణవిజ్ఞాని పి. జి. రాస్‌బీ ఆధ్వర్యములో

జరిగిన ఈ వాయువుల నిశిత పరిశోధన దారిచేసింది 'జెట్ ప్రవాహ' ఆవిష్కరణానికి. ఈ అన్వర్థనామధేయము మొత్తం ఉత్తరార్ధగోళముచుట్టూ పశ్చిమమునుండి తూర్పుకి వంపుల నదీరూపంలో విసిరే శక్తివంత వాయుమేఖలకు వచ్చింది. సామాన్య జెట్ ప్రవాహానికి వేగము 60 నాట్లు దాటుతుందిగాని 100 నాట్ల వేగాలు కూడా అసాధారణము ఏమీకాదు. ఉష్ణమండలాల వెలుపలి లాటిట్యూడులలో 20° కీ 40° కీ నడుమనుండే పశ్చిమముఖ జెట్ ప్రవాహము 12 కి. మీ. ఎత్తున కనబడింది.

ఇవికాక ఇంకొక జెట్ ప్రవాహము తక్కువ లాటిట్యూడులలో ప్రధానంగా దక్షిణభారతమూ, ఏడెను సింధుశాఖామీదుగా ఋతుపవన నెలలలోనే తూర్పునుంచి పశ్చిమానికి విసిరే జెట్ ప్రవాహాన్ని కనిపెట్టడముతో ఉష్ణమండల వాతావరణ విజ్ఞానుల అపేక్ష జాగరితమైంది. 1952 లో తెలిసింది అలాటి వాయువు ఉన్నదీ అని. తరువాత తరువాత ఇంకా ఇంకా ఉపరివాయు వర్తనాన్నిగురించిన తబిశీళ్లు చేరడముతో ఆ ప్రవాహపు ముఖ్యలక్షణాలు సూక్ష్మంగా శోధించడానికి వీలయింది.

తూర్పుముఖ జెట్ ప్రవాహమును జాగ్రత్తగా పరిశోధించడముతో, ఉష్ణమండలాల వెలుపలి లాటిట్యూడులలోని పశ్చిమముఖ జెట్ ప్రవాహపు వెన్ను పాముకంటె పైయెత్తులలోనే, దీనివెన్ను పామువున్నట్టుగా తేలింది. తూర్పుముఖ జెట్ ప్రవాహపు వేగప్రభంజనపు మట్టము 13 కి. మీటర్ల దాకా ఉండగా పశ్చిమముఖ జెట్ ది 12 కిలోమీటర్ల వరకే ఉన్నది. భారతదేశముమీద తూర్పుముఖ జెట్ యొక్క అక్షము భారత ద్వీపకల్పపు దక్షిణకొన (తిరువేంద్రము) నుంచి సుమారు



పటము - 2.6 తూర్పుముఖజెట్ ప్రవాహపు అక్షము (కోటేశ్వరము అంచనాప్రకారము)

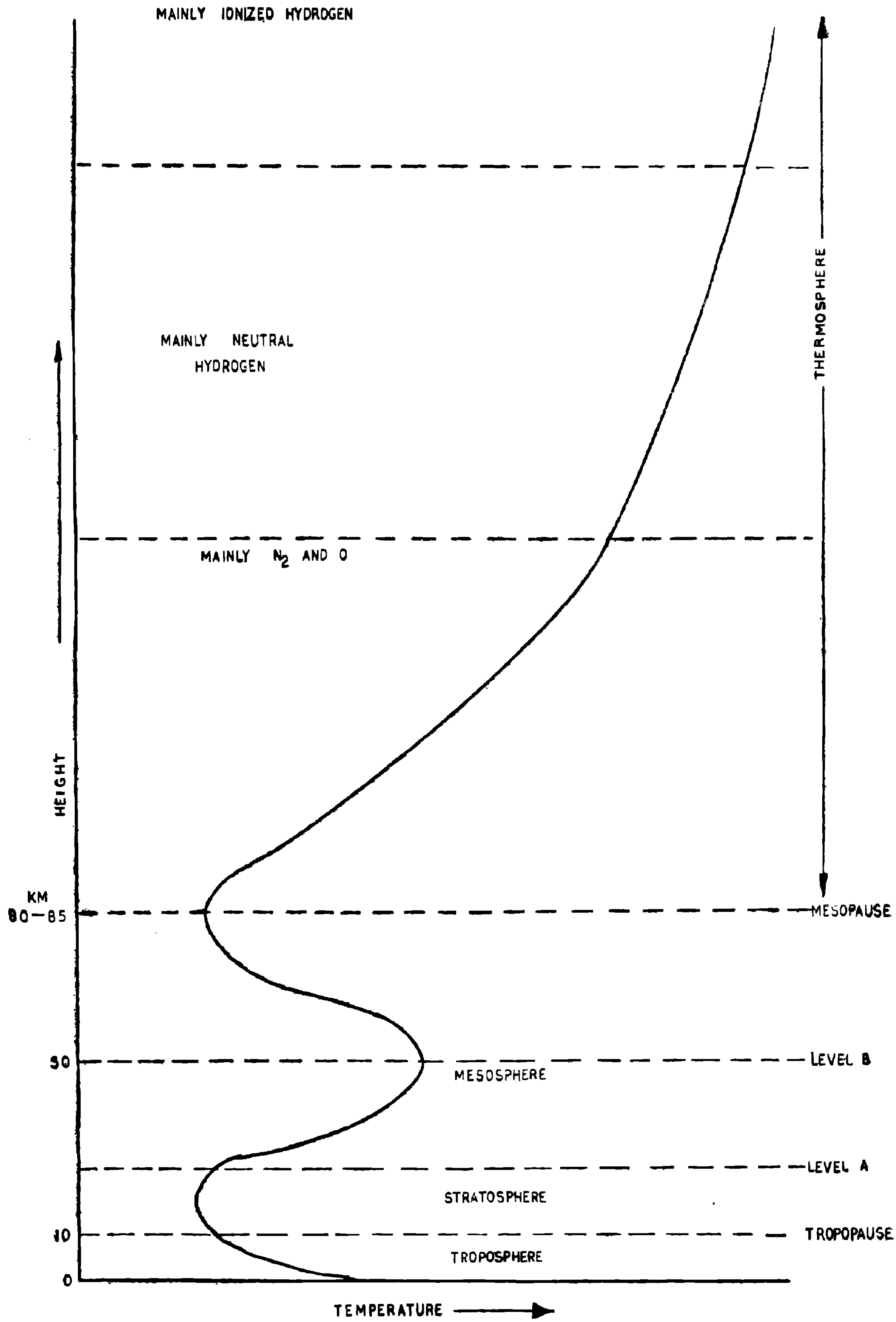
20° ఉ (కలకత్తా) వరకూ సాగవచ్చును. ఈ జెట్ ప్రవాహములో వాయువేగాలు 100 నాట్లను మించినవి గుర్తించారు. ఋతుపవన రోజుల్లో 10 మిల్లీబార్ల (16 కి. మీ.) ఎత్తున తూర్పుముఖ జెట్ అక్షము 2·6 పటములో చూపబడినది.

2·6 పటమునుబట్టి, ద్వీపకల్ప భారతముమీద తూర్పుముఖ జెట్ మాత్రమేకాక హిమాలయాలకు ఉత్తరాన పశ్చిమముఖ జెట్ ప్రవాహమున్నట్లు చూడవచ్చును. ఈ రెండోది అల్పోష్ణమండల పశ్చిమముఖ జెట్ ప్రవాహము అని అంటారు. శీతకాలంలో దానిని హిమాలయాల దక్షిణచరియల పొడూగునా గుర్తించవచ్చు. కాని ఋతుపవన ప్రవేశముతో అది హఠాత్తుగా ఉత్తరానికి జరుగుతుంది. ఋతుపవనము భారతదేశమంతటా ఆవరించి ఉన్నప్పుడు దీని ఉనికి హిమాలయ నిరోధానికి బాగా ఉత్తరానికి ఉంటుంది. ఈ అల్పోష్ణమండల జెట్ ప్రవాహపు కాలగమనాలు తరుచుగా ఋతుపవన రాకపోకల సూచనలుగా ఉపయోగపడతాయి. వాస్తవానికి ఈ జెట్ ఉత్తరగమనము ఋతుపవనరాకకు తొలిసూచనే అని చెప్పినవారూ ఉన్నారు.

ఈ అల్పోష్ణమండల జెట్ ప్రవాహము సామాన్యంగా భూమివెంబడి క్రమంగా మారే ఉష్ణోగ్రతఉన్న ప్రదేశానికి పైన కనబడుతుంది. తూర్పుముఖ జెట్ నమీపంలో భారతదేశముమీద ఈ ఉష్ణోగ్రతా సాలోప్పు అంత స్ఫుటంగా ఉండదు. అయితే 'ఋతుపవన మూకుడు'యొక్క ఉత్తర దక్షిణ సంచారాల కనుగుణంగా తూర్పుముఖ జెట్‌స్థానము ఉత్తరానికీ దక్షిణానికీ జరుగుతుందనడానికి కొంత సాక్ష్యమున్నది.

2·2. 5 సాధారణ ఉష్ణోగ్రతలు

వాతావరణ అధ్యయనానికి ఎత్తుతో ఉష్ణోగ్రత మారేతీరు చాలా ప్రధానమైనది. తిన్నగా చేసిన అవలోకనాలవల్ల సగటున కిలోమీటరుకీ సుమారు 6° చొప్పున భూమిమీదనుంచి చాలా ఎత్తువరకూ మారుతూందని తెలుస్తుంది. చివరకు ఒక ఎత్తుకి వచ్చినతరువాత ఎత్తుతో ఉష్ణోగ్రత మారడము ఆగిపోతుంది. అంతకుపైన ఎత్తులలో ఉష్ణోగ్రత మారకుండా ఉంటుంది. లేకపోతే ఎత్తుతో ఏ కొంచెమో మారుతుంది.



పటము - 2·7 వాతావరణము ఉష్ణీయనిర్మాణము

కనుక భూమిని చుట్టివున్న వాతావరణమును రెండు విశాల ఉష్ణీయమండలాలుగా విభజించుకోవడము అనుకూలము. ఎత్తుతో ఉష్ణోగ్రత తగ్గుతూఉండే దిగువపొర 'ట్రోపో పొర'. ఉష్ణోగ్రత పైకి పోతూన్నకొద్దీ మారకుండానో కొద్దిగా ఎక్కువ అవుతూనో ఉండే పొర 'స్ట్రాటోపొర'. ట్రోపోపొరనీ స్ట్రాటో పొరనీ విడదీసేది 'ట్రోపో పాజు'. ఈ ట్రోపోపాజు ఎత్తు లాటిట్యూడుతో మారుతుందంటే చిత్రముగా ఉంటుంది. భూమధ్యరేఖమీద అది అత్యున్నతము. సుమారు 18 కి. మీ. ఎత్తున కనబడుతుంది. ధ్రువమువైపు వెళ్ళినకొద్దీ తగ్గుతుంది. ధ్రువప్రదేశములో అది భూమిపైన 8 కి. మీ. ఎత్తున ఉంటుంది. భారతముమీద ట్రోపోపాజు ఎత్తు మొత్తముమీద 16 కి. మీటర్లు. ఉష్ణమండలము బయటి లాటిట్యూడులలో 11 కి. మీ. దగ్గరా ఉంటుంది. జెట్ ప్రవాహానికి అడ్డముగా వచ్చినచోట్లమాత్రము ట్రోపోపాజు మట్టము ఒక్కుమ్మడిన మారుతుంది. జెట్ ప్రవాహపు అక్షముదగ్గర ట్రోపోపాజు ఎత్తు తెగి ముక్కలుముక్కలూ అవుతుంది.

తొలిరోజుల వాతావరణ మండలనిర్మాణ అభిప్రాయాలు ఈనాడు మనము ఎరిగిన సత్యాలకు చాలా చేరువగా వచ్చిఉన్నవని గుర్తించడము విశేషము. అరిస్టాటిలు వాయుగోళాన్ని మూడు మండలాలుగా విభజించినాడనడానికి సాక్ష్యము ఉన్నది. మొదటిదీ అట్టడుగుదీ సూర్యుని కిరణాలవల్లా భూమి వేడిమివల్లా వెచ్చబడేటిది. జలమయమైన ఉల్కలు మేఘాలుగాకూడే రెండోమండలము చల్లనిదట. చివరది అన్నిటికీపైన ఉండే మండలము అగ్నిగోళానికి చేరువగా ఉండడమువల్ల వేడిగా వుండేటి దిట!

అరిస్టాటిలు భావనాచిత్రము కన్న ఆధునికచిత్రము క్లిష్టతరమేకాని, చారిత్రకముగా చూచినప్పుడు అంత తక్కువ సాధనసామగ్రితో అసలు విషయానికి అంత చేరువగా ఎలాగ వచ్చాడో అన్నది గణనీయము.

ఈనాడు మనకు తెలిసిన వాతావరణనిర్మాణము 2·7 పటములో చూపబడింది. స్ట్రాటోపొర లోతు 50 కి. మీ. ల ప్రమాణములో ఉంటుందని గుర్తిస్తాము. 50 కిలోమీటర్లకీ 85 కీ మధ్యన ఇంకొక మండలమున్నది. దానిలో ఉష్ణోగ్రత ఎత్తుతో చాలా త్వరగా తగ్గుతుంది. దీనిని మెసోపొర అన్నారు; దీనిలో అయానిత

కణములమధ్య జరిగే తేజో రసాయన ప్రక్రియలు ప్రధానమవుతాయి. మెసోపొరకు పైన ఉష్ణీయపొర ఉన్నది. దానిలో ఉష్ణోగ్రత మళ్ళీ ఎత్తుతో ఎక్కువ అవుతుంది.

భారతదేశములో ఉపరితరవాయువు ఉష్ణోగ్రతలు ఎక్కువగా రేడియో సాండీల నుండే తెలుసుకుంటాము. ఇది స్వచాలిత రేడియోప్రసారికము; గ్రాహకములతో పూన్చిన సిగ్నలు ప్రసారము చేస్తుంది. మారుతూండే వాతావరణలక్షణములు-పీడనము, ఉష్ణోగ్రత, తేమ (ఆర్ద్రిత)లకు ఈ గ్రాహకములు అతి మిత్రములు. గ్రాహకాన్ని రేడియో సాండీలోని ప్రసారకముతో పూన్చడానికి అనేకపద్ధతు లున్నవి. మన రేడియోసాండీ గడియారాన్ని తిప్పేతంత్రాన్నిగాని, తిరుగుతూండే కాగితాన్నిగాని, ఉపయోగిస్తుంది ఈపనికి. రేడియోసాండీ బెలూనుకు కట్టడముతో దాని ప్రయాణప్రమాణము బెలూను ప్రయాణప్రమాణాన్నిబట్టే ఉంటుంది. ఇది సాధారణముగా 16 కిలో మీటర్లు.

ఋతుపవన నెలలోని సామాన్య ఉష్ణోగ్రతావైఖరిలో రెండు ముఖ్య కవళిక లున్నవి. అర్ధ మరుభూములయిన వాయవ్య భారతప్రదేశములమీద 'హెచ్చు ఉష్ణోగ్రతలుండే ప్రదేశము' లుంటాయి. ఈ అధికఉష్ణోగ్రతామండలము ఋతు పవన పూర్వపుమాసములు మే, జ్యూన్‌లలో క్రమంగా నిర్మాణము అవుతుంది. అధిక ఉష్ణోగ్రతాసీమ హీన భారమితిక పీడనసీమతో ఇంచుమించు సరిపోవడము విచిత్రము. ఈ సాన్నిహిత్యాన్నిబట్టే, వాయవ్యభారతముమీద సగము స్థిరముగానే ఉండే అల్పపీడన సంస్థా, 'ఋతుపవన మూకుడు' రూపంలో గంగాసింధు మైదా నముమీదికి దాని విస్తరణము తరచు ఈ ఉష్ణోగ్రత ఎత్తుకే ఆరోపించబడు తున్నాయి. కాలానుసారి హీనపీడనమండలము వేడివల్లనే ఏర్పడుతున్న దంటు న్నారు.

ఉష్ణోగ్రతాపార్శ్వములను గురించిన రెండో విశేషము టిబెట్ పీఠభూమిమీద 500 మిల్లీబార్ల ఎత్తులో కనబడే వెచ్చని మండలము. టిబెట్ పీఠభూమి సముద్ర మట్టానికిపైన 4·5 కిలోమీటర్ల ఎత్తు ఉంటుంది. 1·7 × 10 కి. మీ.ల వైశాల్య ముంటుంది. ఈ ప్రదేశంలో వాతావరణకొలతలు చాలా తక్కువ. కాని, ఉన్నం తలో అవలోకనాలు, ఉపరితర-మధ్యమ- ట్రోపోపొర టిబెట్ పీఠభూమిపైన, దక్షిణభారత [2]భూమధ్యరేఖా వాతావరణముకంటె 6-8° సెం. వెచ్చగా ఉన్నట్టు సూచిస్తున్నాయి. తూర్పు కారకోరమ్ పర్వతపంక్తిమీదకి ఆరోహణావిహారము

చేసినవారు కూర్చిన కొలతలను పరిశీలించిన జర్మను వాతావరణవిజ్ఞాని హెచ్. ఫ్లాన్, టిబెట్ మీద అధిక ఉష్ణోగ్రతామండలము ఆ పీఠభూమిమీది ప్రతి చక్రవాత వర్తనముతో చాలామట్టుకు సరిపోతుందనే అన్నారు.

మనదేశపు దక్షిణ అగ్రముమీద ఋతుపవనము విసిరేసమయంలో, పశ్చిమ ముఖ జెట్ ప్రవాహము హిమాలయాల దక్షిణ హద్దునుంచి టిబెట్ పీఠభూమి ఉత్తరానికి జరిగే ఊపుని ఈ ప్రతి చక్రవాతఆవిర్భావము త్వరితము చేస్తుంది.

2·1. 6 ముఖ్య శీతోష్ణతా కవళికలు : సంక్షేపము

ఇంతవరకూ ఈనాడు మనకు తెలిపిన ఋతుపవనవర్తన చిత్రాన్ని విపులీకరించడమైనది. ఋతుపవనమునుగురించి వివరించగలిగినసిద్ధాంతాన్ని నిర్మించ యత్నించేముందు ముఖ్యమైన తబిశీల్లు తెలుసుకోవాలి కనుక ఈదేశంలో ముఖ్య విషయాలను సంక్షేపించడము అవసరమే అయితే విశదము చేయవలసిన భారతీయ వేసవి ఋతుపవన ముఖ్యలక్షణా లేవి? ఈ దిగువన సంక్షేపిస్తున్నాము:

(i) వేసవి ఋతుపవనము భారతదేశ దక్షిణాగ్రమునకు జ్యూన్ 1 వ తేదీకి వస్తుంది. ఈ ఆగమనము క్రమంగా జరుగుతుంది. మొత్తం వారమురోజులో ఎక్కువో పట్టుతుంది దీనికి.

(ii) తరువాత ఋతుపవనము పశ్చిమతీరము వెంబడిసి పశ్చిమబెంగాలు, ఈశాన్యభారతములోని అస్సాములకు ముందుకు సాగుతుంది. బంగాళాఖాతపు (మాన్సూను)శాఖ పర్వతశ్రేణి ఆకృతివల్ల ఉత్తరభారతపు గంగాసింధు మైదానాల మీదకి మళ్ళించబడుతుంది.

(iii) ఋతుపవనకాలము సాధారణముగా రెండునుంచి నాలుగు నెలలుదాకా ఉంటుంది. ఆది వాయవ్య భారతమునుండి సెప్టెంబరు మధ్యకాలానికి నిష్క్రమించ నారంభిస్తుంది.

(iv) మనదేశపు వర్షపాతములో డెబ్బయిశాతములకు మించినది ఋతుపవన నెలలలోనే పడుతుంది. వాయు సంవహనదృశ్యాలు తగినంతపాత్ర వహించినా, వర్షపాతంలో అధికము పర్వతనిరోధాల అనుకూలరూపంవల్లనే కలుగుతుంది.

(v) ఋతుపవనవర్ష వార్షికవ్యత్యాసము రాజస్థానము వాయవ్యభారతముమీదనే చాలా ఎక్కువ. వీటికి ఋతుపవనవర్షము కొద్దిపరిమాణములోనే అందుతుంది.

(vi) ఋతుపవనాలు మనదేశానికి నైఋతిదిక్కునుంచే చేరవస్తాయి. ఋతుపవనము వ్యాపించి నిలబడేసరికి భారతదేశ పశ్చిమతీరానికి దూరంగా దాని వాయుప్రవాహపులోతు 6 కి. మీ. ఉంటుంది.

(vii) ఋతుపవనదినాలలో వాయవ్యభారతము హీనపీడనప్రదేశముగానే ఉంటుంది. ఈ హీనపీడనప్రదేశము అధిక ఉష్ణప్రదేశంతో - వాయవ్యంలో ఋతుపవన పూర్వపునెలలు మే, జ్యూన్‌లలో క్రమంగా పెరిగే ఉష్ణమండల మూకుడుతో - చేరే ఉంటుంది.

(viii) కాలానుసారి హీనపీడన ప్రదేశము - గంగాసింధు మైదానాలలోనికి పెరిగేది - ఉష్ణమండల మూకుడు అని అంటారు. దీనిఅక్షము గంగాసింధు మైదానపు ఉత్తరదక్షిణాలకు ఊగుతూ ఉంటుంది.

(ix) ఋతుపవనాలకుపైన భారత భూఖండముమీద విశాలమైన ప్రతిచక్రవాతభ్రమణము జరుగుతూఉంటుంది. వాయుక్షేత్ర పరివర్తనము సుమారు 6 కి. మీ. దగ్గర జరుగుతుంది.

(x) ఈ ప్రతిచక్రవాతపు దక్షిణపుటంచు వెంబడిని సముద్రమట్టానికి 16 కి. మీ.ల ఎత్తున సన్నని ప్రభంజనమేఖల తగులుతుంది. దీనినే ఉష్ణమండలపు తూర్పుముఖ జెట్‌ప్రవాహము అని అంటారు. హిమాలయాలకు చాలాదూరము ఉత్తరాన పశ్చిమమునుంచి తూర్పుకి విసురుతూన్న అల్పోష్ణమండల జెట్‌ప్రవాహముంటుంది. ఈ జెట్ అక్షము శీతాకాలంలో హిమాలయాల దక్షిణచరియల లోనే ఉంటుందిగాని ఋతుపవన ఆగమనముతో గభీమని ఉత్తరానికి జరుగుతుంది.

(xi) టిబెట్‌పైన సాధారణంగా హెచ్చు ఉష్ణోగ్రతగల మండలము కనుపిస్తుంది. ఇది మొత్తమ్మీద టిబెట్ పీఠభూమిమీద చిన్న వ్యాసములుగల ప్రతిచక్రవాత సాన్నిహిత్యముతోనే ఉంటుంది.

2·2 భారతదేశముమీద ఈశాన్య (శీతకాలపు) ఋతుపవనము

2·2. 1 వర్షపాతము

భారతదేశము మొత్తానికి నైఋతి ఋతుపవనకాలమే వర్షాఋతువు. కాని ద్వీపకల్పభారతములోని తమిళనాడుకి వర్షాఋతువు అక్టోబరునుండి డిసెంబరు దాకాను. ఇదే ఈశాన్య పవనకాలము అనబడుతుంది.

ఈశాన్యపవనముయొక్క ప్రభావము భారతద్వీపకల్ప దక్షిణార్ధమునకే పరిమితము కనుక మనము దాని సూక్ష్మపరిశీలనకు యత్నించవద్దు. వేసవి ఋతుపవనము పెద్దదీ దాని పవనసంఘము విశాలము విశిష్టకపశికలు కలదివి. శీతాకాలపు పవనమువల్ల కలిగే శీతోష్ణతాస్థితులలో కొన్ని విశేషాలున్నాయి. వాటినిగురించి తక్కిన అధ్యాయాలలో అక్కడక్కడ ప్రస్తావిద్దాము.

తమిళనాడులో చెంగల్పట్టు, ఉత్తర ఆర్కాటు, దక్షిణ ఆర్కాటు, తంజావూరు, తిరుచ్చిరపల్లి, మధురై, రామనాడు, తిరునెల్వేలి, సేలం, కోయంబత్తూరు, నీలగిరి అవి పదకొండు జిల్లాలున్నవి. మొత్తమ్మీద మద్రాసు, కొచ్చిన్ అనే రెండు రేవు పట్టణాలకు చెందిన విశాల భూభాగములాగ పరుచుకుంటుంది అది.

ఈ మేర మేరంతా వానను భరించే నైఋతి పవనమునుంచి పడమటి కనుమలనే గోడవల్ల మరుగైంది. వ్యవసాయిక కృషికీ పంటకీ అది ముఖ్యంగా ఈశాన్య పవనముమీదనే ఆధారపడినది.

నైఋతి పవనములోలాగే, తమిళనాడులోని శీతాకాలపువర్షము కొంత కాల పరిమితిలో జరిగే క్రమఘటనే. ఈ మధ్యకాలము సుమారు ఒకవారము అయితే మనదేశపు వేసవి ఋతుపవనానికీ శీతాకాలపు ఋతుపవనానికీ ఒక ప్రధానమైన భేదమున్నది.

వేసవి ఋతుపవనము ఆగమనము ఎక్కువ విశదంగా తీరివుంటుంది. ఉత్తరమువైపే కొంతకాలముపాటు వీచుతూవుండే గాలిని అది అనుసరిస్తుంది, దీనిని కాలమానపు పటాలమీద స్పష్టముగానే గమనించవచ్చు. శీతాకాలపు ఈశాన్య పవనము అంత స్ఫుటముగా ఉండదు. నిజానికి ఎన్నోసందర్భాలలో దక్షిణదేశంలో వేసవి ఋతుపవనము ఉపసంహారానికీ శీతాకాలపు ఋతుపవన ప్రవేశానికీ భేదమే కనపడదు. ఒకటి రెండోదానితో కలిసిపోతుంది. కనుక మేము ఈశాన్యపవన ప్రవేశము చూపే తేదీలతో పటము లివ్వము. శీతాకాలపు నెలలు అక్టోబరునుండి డిసెంబరువరకు ఈశాన్య పవనకాలము అన్న అవగాహనతోనే ముందుకు వెళదాము.

ఈశాన్య పవనకాలంలో తమిళనాడులోని సగటు వర్షపాతము సుమారు 46·5 సెం. మీ. (18·5 అంగుళాలు). ఇది సంవత్సరము మొత్తం వర్షపాతంలో

పట్టికము 1

తమిళనాడు వర్షపాతము

(కృష్ణరావు, జగన్నాధ్ం 1953 వ సం॥నాటి అంచనా)

జిల్లా	వైశాల్యం చ. మైళ్లు	వానకొలిచే సంస్థలు	సాధారణ వర్షపాతము (అంగుళాలు)					
			సంవత్సరానికి	అక్టోబరు	నవంబరు	డిసెంబరు	అక్టోబరునుంచి డిసెంబరు కురిసినది	అక్టోబరునుంచి డిసెంబరు సంవత్సరానికి శాతము
1. చెంగిల్పట్టు	3079	14 (6)	46.70	10.39	12.17	4 66	27.22	58.3
2. ద. ఆర్కాటు	5217	17 (6)	46.86	9.05	11.0[illegible]	5.52	25.59	54 6
3. తంజావూరు	3710	26 (10)	44 39	8.09	11.31	6 69	26.09	58.8
4. రామనాథము	2104	19 (8)	31.71	7 08	7.16	3.47	17.69	55.8
5. తిరునల్వేలి	5389	21 (7)	29.81	6.58	7.89	4.30	18.75	63 2
6. మధురై	6597	19 (5)	31.92	7.21	6.04	2 29	15.54	48.7
7. తిరుచినపల్లి	3632	20 (3)	34.70	7.15	6.00	2.82	15.97	46.0
8. ఉ. ఆర్కాటు	7386	14 (6)	38.01	6 51	6.30	2.32	15.13	38.8
9. సేలం	7530	25 (8)	32 33	6.02	4.02	1 19	11.23	34,7
10. కోయంబత్తూరు	7800	23 (7)	33.61	6.93	4.52	1.41	12.86	38,3
11. నీలగిరి	958	11 (2)	74.45	9 93	6.92	2.64	19.49	26.2
తమిళనాడు			38.88	7.54	7.52	3.45	18.51	47.7

47·7 శాతము ఉంటుంది. ఈ క్రిందిపథకము (పథకము 1)లో కృష్ణరావు జగన్నాథ్‌ల అధ్యయనమునుంచి తమిళనాటి వర్షపాతాన్ని గురించిన తలిశీల్లు చూపుతున్నాము. మెట్రిక్ పద్ధతిని మనదేశములో ప్రవేశపెట్టకముందు తయారు చేసినట్టిది కనుక వర్షపాతము అంగుళాలలో ఉంటాయి.

ఈ పథకము 1 తెలిపే చిత్రమైన సత్యమేమిటంటే, తమిళనాటి సముద్ర తీరపు జిల్లాలు, చెంగల్పట్టు, దక్షిణ ఆర్కాటు, తంజావూరు, రామనాధము, తిరునల్వేలి అనేవి. వాటి మొత్తపు సంవత్సరవర్షపాతములో 50% మించి ఈశాన్య పవనమునుంచే పొందుతున్నాయి అన్నది. దేశములోపలి మిగిలిన జిల్లాలు సగటున వాటివర్షములో సుమారు మూడోవంతు ఈశాన్య ఋతుపవనమునుంచి పొందుతున్నాయి.

2·2·2 సామాన్య వాయువులు :

శీతాకాలపు ఋతుపవనకాలములో భారత ద్వీపకల్పము మీది గాలి తిరుగుడు, దిగువమట్టములలో, సుమారు 25°ఉ లో కేంద్రీకరించివున్న ప్రతిచక్రవాతము చుట్టూరా ఉంటుంది. ఈ ప్రతిచక్రవాతము చుట్టూ తిరిగే గాలి దాని తడిలో చాలా మట్టుకు, బంగాళాఖాతము కేంద్ర - నైఋతి - భాగాలమీద విశాలపద్ధతిలో చేసే ప్రదక్షిణపు విసురులో లాక్కుంటుంది.

తరవాత ఈ తడి శీతాకాలపు వర్షపాతరూపములో తమిళనాడుమీద పడిపోతుంది. ఇంకా ఎత్తున 500 మి. బా. (6 కి. మీ)ల ఉపరితరమట్టాలలో ప్రతిచక్రవాతపు కేంద్రము బర్మావైపు జరుగుతుంది. దీనివల్ల ఉపరితరవాయువులు తమిళనాడును ఈశాన్యమునుంచి కాక ఆగ్నేయమునుంచి చేరవస్తాయి.

2·2·3 సామాన్య ఉష్ణోగ్రతా సంపకము :

తమిళనాడులో, శీతాకాలపు ఋతుపవనకాలములో అత్యధిక వెచ్చదనముగల మేరలు సుమారు 10° ఉ. దగ్గర ఉంటాయి. ఉత్తరపుదిశకు పోయినకొద్దీ త్వరత్వరగా ఉష్ణోగ్రత పడిపోతుంది. ఉత్తరపుదిశ ఈ ఉష్ణోగ్రతా దిగుడువాలు 300 మి. బా. ల ఎత్తువరకూ క్రమంగా పెరుగుతుంది. ఆ మట్టముదగ్గర 20° ఉ. నుండి 30° ఉ. వరకూచూస్తే ఉష్ణోగ్రత 8° సెం. పడిపోతుంది.

2·2·4 ఈశాన్య ఋతుపవన ప్రధాన కవళికల సంగ్రహము :

ఈశాన్య ఋతుపవనముయొక్క శీతోష్ణతా అంశాన్ని సంగ్రహము చేద్దాము. క్లుప్తంగా అవి :

(i) ఈశాన్యపవనము తమిళనాటితీరపు జిల్లాల సంవత్సర వర్షపాతములో 50% కలిగిస్తుంది. నైఋతి పవనమునుంచి తమిళనాడును పడమటికనుమలు అడ్డడమువల్ల, వ్యవసాయానికి అది ముఖ్యముగా శీతాకాలపు ఋతుపవనముమీదనే ఆధారపడుతుంది. తమిళనాటిమీద ఈశాన్య ఋతుపవనకాలములో నగటు వర్షపాతము దాదాపు 47 సెం. మీ. (18·5 అంగుళాలు) శీతాకాలపు ఋతుపవనము ఉండేది అక్టోబరునుంచి డిసెంబరు దాకాను.

(ii) ఈశాన్యపవనపు ఉపరితర వాయువులు బంగాళాఖాతముమీద ప్రదక్షిణ మార్గములో విసురుతాయి. దిగువమట్టాల్లో 25° ఉ. దగ్గరవున్న ప్రతిచక్రవాతము చుట్టూను గాలితిరుగుడు 500 మి. బాల ఉపరితరమట్టములలో ప్రతిచక్రవాతపు కేంద్రముమధ్య బర్మాకు జరుగుతుంది.

(iii) ఉపరితర వాయు ఉష్ణోగ్రతలు ఉత్తరమువైపు వాలు చూపిస్తాయి. అత్యధిక వెచ్చదనపు ఉష్ణోగ్రతలు 10° ఉ. దగ్గరున్నాయి. కాని ఉత్తరానికి 30° ఉ. కడకు వెళ్ళేసరికి ఉష్ణోగ్రత 8° సెం. పడిపోతుంది.

అధ్యాయము ౪

ఋతుపవన వర్ష భౌతిక విజ్ఞానము

ఈ అధ్యాయము ప్రారంభించడానికి, 'వర్షానికి కారణము ఏది?' అని ప్రశ్న వేసుకోడము మంచిది. వాతావరణములోవున్న పెద్ద ఘటకములలో నీరు ఒకటి అని మన మెరుగుదుము. అయితే నీరు ఎన్నో వేర్వేరురూపాలలో కనబడుతుంది. ఆకాశముమీదనుంచి కిందికి వాన చినుకుల్లాగ ద్రవబిందువులుగానూ మంచు స్ఫటికాలుగా ఘనీభవించీ పడుతుంది. నీటి ఆవిరిగా వాయురూపంలోకూడా ఉంటుంది. ఈ మూడిటికీ ఇంకొకస్థితిని కలపాలి. అదే అతి శీతలస్థితిలోని నీరు. ఈ స్థితిలో నీరు తాను సామాన్యంగా గడ్డకట్టే ఘనీభవనాంకము (0° సెం.) కంటే దిగువ ఉష్ణతలోకూడా ద్రవరూపంలోనే నిలిచి ఉంటుంది.

నీరు నాలుగు వేర్వేరు స్థితులలో ఉండడమువల్ల వాన ఏర్పడే భౌతిక క్రియలను అర్థము చేసుకోవడము కష్టమే అవుతుంది. ఒకొక్క అసలయిన ఋతుపవన దినానికి మన పశ్చిమతీరమునుదాటి 75,000 మిలియను టన్నుల నీటి ఆవిరి దేశములోనికి రవాణా అవుతుంది అని లెక్కకట్టారు. భారతదేశపు మైదానాలు 1·5 మిలియను చదరపు కిలోమీటర్ల వైశాల్యముతో ఉన్నాయనుకుంటే, దినసరి సగటు వర్షపాతము 1·7 సెం. మీ. (0·7 అంగుళము) చొప్పున ఈ మైదానాల మీద రోజుకు రమారమి 25,000 టన్నుల నీటి ఆవిరి వానగా మారుతున్నదన్న మాట. ఉజ్జాయింపుగా పశ్చిమతీరాన్ని దాటివచ్చే నీటి ఆవిరిలో మూడోవంతు నీరుగా మారి ద్రవరూపంలో మనదేశపు కర్షకుడికి వ్యవసాయానికీ ఇతర అవసరాలకీ ఉపయోగమవుతున్న దనాలి. కనపడని నీటి ఆవిరిని కనపడేనీరుగా మార్చే తంత్రశక్తిగాని మనము త్వరితమో అధికమో చేయగలిగితే భౌతికలాభాలు ఎక్కువవుతాయన్న వర్షపాతపు భౌతికవిజ్ఞానము సంపాదించడము, ప్రకృతిసిద్ధమైన ప్రక్రియలద్వారానే ఎక్కువ నీటినిపొందే సమస్య తీర్చడముకోస మన్నమాట.

కనపడని నీటి ఆవిరిని నీరుగా మారేటట్లు చేసేది ఏది? ప్రయోగశాలలోని ప్రయోగాలవల్ల గాలిలోని నీటిఆవిరి ఒక సంతృప్తస్థితిని చేరినప్పుడు నీటి బిందు

వులు ధారాళంగా తయారవుతాయని చూపించవచ్చును. ఈ సంతృప్తస్థితి నీరు ఘనీభవించే ఉష్ణతకంటె దిగువనే అందితే నీటి ఆవిరి ద్రవబిందువులుగా కాక తిన్నగా మంచు స్ఫటికాలుగా మారిపోతుంది. అయితే వాతావరణములో ఈరీతిగా నీటి ఆవిరి ఘనీభవించడము అరుదు.

నీటి ఆవిరి (దీనిని బాష్పమనీ అంటారు) ద్రవరూపపు నీరుగా మారే రేటుని నిర్ణయించే క్రాంతిక అంశాలలో బాష్ప సంతృప్తాంకము ముఖ్యమైనదే. ఇక్కడ ఒక ప్రశ్న పుడుతుంది: బాష్పము నీరుగాగాని (మంచుగాగాని) మారడానికి ఒక క్రాంతిక అంకమంటూ ఎందుకుండాలి? అని. 'ఒక ఉష్ణోగ్రతతోనూ ఒక పీడనములోనూ వున్న ఎంతో కొంతగాలి, పట్టి భరించగల నీటి ఆవిరికి ఉపరికర హద్దు ఉన్నది' అన్న విషయములో వుంది జవాబు. ఇది విపరీతమేమీ కాదు నీటి ఆవిరీ అంటే వాయురూపములోవున్న నీటి అణుసమూహమే కదా? కనుక ఎంతో కొంతగాలికి ఉష్ణతా, పీడనమూ ఇంతా అని చెప్పి, దానికి ఉన్న పరిమాణాన్ని పరిమితముచేస్తే, మరి దానిలో నీటి అణువులుకూడా ఉండడానికి చోటు ఉన్నదీ అంటే కొన్ని అణువులకేగదా ఉండగలదు? వాతావరణములోనికి అది భరించగల నీటి ఆవిరికంటె ఎక్కువ కుక్కితే, ఆ ఎక్కువైన ఆవిరిని బిందువులుగా ద్రవీభవింపజేసి విసర్జిస్తుంది।

వాతావరణపు బాష్పధారణాపరిమాణాన్ని సుళువుగానే తగ్గించేయవచ్చు: దాని ఉష్ణోగ్రత తగ్గించేస్తే సరి. పాత్రలో కొన్ని ఐస్ (మంచుగడ్డ) ముక్కలు పడవేసి దాపిచుట్టూవున్న గాలి ఉష్ణతని తగ్గించినప్పుడు పాత్రపైన (బాష్పము) బిందువులుగా ఏర్పడడము మీరు చాలామంది చూచేవుంటారు.

వాతావరణములో నీటి ఆవిరి ద్రవీభవించడముతో మబ్బులు ఏర్పడతాయి. మబ్బు ఏమిటి అంటారా?- పెద్దపెద్ద గుంపులుగాఉన్న నీటిబిందువులు ప్రతికి వుండి వేల్లాడుతున్నాయి అనుకోండి. ఆ నీటిబిందువులు పెరగడమూ తరగడమూ తోనే మబ్బురూపమూ పెరుగుదలా మారుతాయి.

3·2 వాతావరణములో సంఘననాకారక కేంద్రకాలు :

బాష్పమును నీరుగా మార్చడములో సంఘననకారక కేంద్రకాలపని చాలా ముఖ్యమైనది. పాలలోని గవళకేంద్రకాలలాగ ఇవి వాయువులో తేలుతూవుండే

కేంద్రకాలు - ఇవి భ్రూణములవలె పనిచేస్తాయి. వీటిమీద తొలి నీటిబిందువులు ఏర్పడతాము. వాతావరణములో సంఘననమునకు కేంద్రకము ఉండడము అత్యవసరము అని సిద్ధాంతరీత్యా నిరూపించవచ్చును కూడా.

బల్లపరపు రేకులాగ నీరు ఉన్నదనుకోండి. 'గాలికి ఆరే పళ్లెములోని నీరు' అందాము. నీరూ, గాలీ తగిలివుండే తలముద్వారా అణువుల మారుగిళ్లు జరుగుతూంటాయనుకోవడము సహజముకదా? నీటి అణువులు సదా చలిస్తూనేఉంటాయి. ఇలాగ చలించేవాటిల్లో కొన్ని తక్కినవాటికన్న వేగంగా చలించేవి కొన్ని. ద్రవాన్ని చేర్చిపట్టి ఉంచిన అణు ఆకర్షకశక్తులను అతిక్రమించి ద్రవములోంచి పైకి దాటుకుపోతాయి. ఎక్కువవేగం ఇచ్చిన గుండు భూమి గురుత్వాకర్షణను అతిక్రమించిపోయే పరిస్థితిలాంటిదే ఇదీని. అరీతిగానే కొన్ని బయట నీటి అణువులు ఉపరిభాగాన్ని చొచ్చుకుని ప్రవేశించి ద్రవముచేత ఆకర్షింపబడి ఉండిపోతాయి. ఇలాగ జరిగి, చివరికి ద్రవమునుంచి తప్పుకుపోతూండే అణువుల సంఖ్యాద్రవములో ప్రవేశించే అణువులసంఖ్యా సమానమై సామ్యావస్థ ఏర్పడుతుంది. ఇది జరిగేటప్పటికి నీరూ గాలీ స్పృశించుకునే తలము స్థిరమై బాష్పపీడనము ఒక విలువతో నిలుస్తుంది. ఈ స్థితిలో నీటినుంచి గాలికీ గాలినుంచి నీటికీ ఇచ్చి పుచ్చుకోవడములో తేడాలు లేవు కనుక, గాలి నీటిముఖంతో సంతృప్తి స్థితిలోనే ఉన్నదనవచ్చు.

బాష్పావృతమయిన గుండ్రని నీటిబిందువుసంగతి ఆలోచిద్దాము. నీరూ, గాలీ స్పృశించే తలము ఇప్పుడు బల్లపరుపుగా కాక వంగి ఉన్నది. కనుక అద్దే మేరని బట్టిచూస్తే వంగిఉన్న దీనిపై శాల్యము ఎక్కువ. అంటే ఎక్కువసంఖ్యలలో నీటి అణువుల రవాణా ఇటూ అటూకూడా ప్రవేశిస్తూండాలి అన్నమాట. ఈ స్థితినే 'నీటిబిందువుని సామ్యస్థితిలో వుంచడానికి కావలసిన బాష్పపీడనము, (దానంత విరోధమే ఉన్న) బల్లపరపుగావున్న మేరమీద బాష్పపీడనముకన్న ఎక్కువ' అని అనవచ్చు. అంటే గుండ్రనిబిందువుని సామ్యస్థితిలో నిలువబెట్టడానికి కొంత అతిసంతృప్తత ఉండాలి అన్నమాట.

ఈ విచిత్రపరిశీలన బ్రిటిషు భౌతికవిజ్ఞాని లార్డు కెల్విన్ చేశారు. ద్రవము వంపుకీ అదనపు బాష్పపీడనాన్నీ సంబంధించే గణితసూత్రముకూడా కను

క్కన్నా రాయన. కెల్విను గణితాన్నిబట్టి, నీటి ఆవిరేగాని తిన్నగా నీటి అణువుల పరిమాణములలోని నీరుగా మారవలెనంటే చాలా ఎక్కువ స్థాయిలోని అతి సంతృప్తత అవసరము అని లెక్కవేయవచ్చు. వాతావరణములోఉన్న వాస్తవ బాష్పపీడనాలతో పోల్చితే అంతటి సూక్ష్మబిందువులను సామ్యావస్థలో నిలవరించ గల అదనపు బాష్పపీడనాలు ఊహాతీతములే. ఒక కేంద్రకముపైదనే సంఘననము (బాష్పము నీరుగా చేరడము) జరిగితే నీరూ గాలీ స్పృశించే మేరయొక్క వంపు వకు వ్యాసార్థము ఎక్కువగా వుంటుంది. (అది బల్లపరపు తలానికి చేరువగా వస్తుంది) బాష్పానికి అతి సంతృప్తత తక్కువస్థాయిలో వున్నా ద్రవబిందువుల్ని ఏర్పరచడానికి సరిపోతుంది.

ఈ ఆలోచననుబట్టి, బాష్పసంఘనన కార్యానికి ఏదోరూపపు కేంద్రకాలఉనికి అత్యవసరము అని మనము గ్రహించవచ్చు. కేంద్రకాలవగానే వీటి సైజులు నీటి అణువులకన్న చాలా పెద్దవి కనుక, కేంద్రకముమీద సంఘననమువల్ల ఒకమారు ఏర్పడిన బిందువుకి అతి సంతృప్తత తక్కువస్థాయిలోనే అవసరమవుతుంది. కనుక (నీటి అణువుల ఇచ్చిపుచ్చుకోవడాల్లో అతిసూక్ష్మమే అయివుంటే తనలోని అణువుల నిష్క్రమణమువల్ల కృశించి నశించిపోకుండా) ఇలాటి (కేంద్రక సహిత) బిందువు నిలవడానికి మంచి అవకాశమే ఉంటుంది. కేంద్రకరహిత బిందువైతే, (సూక్ష్మపుసైజులో ఉన్నప్పుడే తనలోంచిపోయే అణువులు ఎక్కువై పోయి) పుట్టగానే హరించిపోతుంది.

సి. టి. ఆర్. విల్సను అనే ప్రఖ్యాతవైజ్ఞానికుని ప్రయోగములో ఈసంగతి చక్కగా నిరూపణ అయింది. గాలిలో కేంద్రకా లేవీ లేకుండా చక్కగా శుభ్రమే గాని చేస్తే చాలా పెద్దస్థాయి అతి సంతృప్తతతోనైనా సంఘననము కాకుండా అడ్డుకోవచ్చునని చూపించారు విల్సన్. కేంద్రకాలు లేనప్పుడు 400 శాతముల తారతమ్య ఆర్ద్రతలలోకూడా సంఘననము (అనగా బాష్ప ద్రవీభవనము) జరగనే లేదు.

ఇక్కడ ఒక్కసంగతి గుర్తించుకోవడము చాలా ముఖ్యము. ఒక నీటి బిందువుని సామ్యావస్థలో ఉంచగల సంతృప్త బాష్పపీడనాన్ని నిర్ణయించే పెక్కుఅంశాల్లో ద్రవ-బాష్ప-సంస్పర్శతలం వంపు ఒకటి. ఉదాహరణానికి, అవ

పరమైన అతి సంతృప్తత స్థాయి. నీటిని పీల్చుకోగల కేంద్రకాలకుకూడా చాలా తక్కువే. భారతదేశంలో నీటిని పీల్చుకోగల కేంద్రకాలు, అల్లాదే ఉప్పుకణాం రూపంలోనో పారిశ్రామిక ఫ్యాక్టరీలవాయువుల్లో ఉండే ద్రావకాల సూక్ష్మబిందువుల్లాగో, సాధారణంగా సమృద్ధిగానే ఉంటాయి.

నీటిని పీల్చుకోగల కణాలే గాలిలోఉన్నప్పుడు చాలా తక్కువ అతి సంతృప్తత వున్నప్పటికీ—ఇది లేకపోయినాకూడాను - మేఘాలు ఏర్పడడానికి వీలున్నది. తారతమ్య ఆర్ద్రత 100 శాతాలకు తక్కువగా ఉన్నప్పుడుకూడా సంఘననము జరిగినట్లు సాక్ష్యము ఉంది.

కొద్దిసంవత్సరాలుగా సంఘననకేంద్రాల సైజూ సంఖ్యా నిర్ణయించడానికి తెలివైన ప్రయోగాలు చేశారు. ఈ ప్రయోగాలవల్ల, చాలా తేటగా వాతావరణము ఉన్నదినాలలోకూడా గాలిలోఉన్న కేంద్రకాలు అతి సంఖ్యలలో ఉంటున్నాయని తేలింది. చిన్నసైజు సంఘననకేంద్రకాలు ఒక లిటరు గాలికి మిలియను చొప్పున ఉన్నాయట. ఇది నమ్మడానికి వీలులేనంత పెద్ద సంఖ్యగానే కనపడవచ్చుగాని కేంద్రకాలు ఎంత సూక్ష్మంగాఉంటాయో మన కింకా పరిచయము కాలేదుగా!

గాలి అణువు వ్యాసము మిల్లీమీటరులో సుమారు కోటిలో ఒక వంతు. చిన్న సంఘనన కేంద్రము వ్యాసము దీనికి వేయిరెట్లు ఉంటుంది, అంటే మిల్లీమీటరులో పదివేలవంతు ఉంటుందన్నమాట. ఈ చిన్నసైజుల్ని భౌతికవిజ్ఞానులు మైక్రానులనే చిన్న ప్రమాణాల్లో చెప్పుకుంటారు. మైక్రానన్నది మీటరులో పది లక్షలవంతు (10^{-6} మీ) ఈ లెక్కని వేర్వేరు కణాల కొలతలు పఠకము 2 లో చూపబడ్డాయి.

పఠకము 2.

వాతావరణములోని కేంద్రకాలు

కణము	వ్యాసము (మైక్రానులలో)	ద్రవ్యరాశి (గ్రాములలో)	1 ఘనమీటరు లోని సంఖ్య
గాలి అణువు	10^{-4}	10^{-22}	10^{25}
చిన్న కేంద్రకములు	10^{-1}	10^{-15}	10^{9}
రాశిప కేంద్రకములు	10	10^{-9}	10^{3}
మేఘ బిందుకములు	10-100	10^{-9} to 10^{-6}	10^{6} to 10^{9}
వానచినుకులు	1000	10^{-3}	10^{3}

ఇలాంటి సూక్ష్మకణాల్ని వేరుపరచడమూ వాటివ్యాసాల్ని కొలవడమూ భౌతిక శాస్త్రప్రయోగాలలో చాలా కష్టమైనపని. బహు సున్నితమైన కొలసాధనాలు నిర్మించుకోవలసి ఉంటుంది. ఆ సాధనాలయినా ఏరోప్లేనులలో కూర్చుని ఉపయోగించవలసినవి కనుక రాటుకి ఆగగలిగినవి కావాలి. ఈ క్షేత్రములో పురోగమనము చాలామటుకు ఏరోప్లేను ముక్కుల ద్వారా నియమితరేటులో గాలిని లాగే సాధనాలద్వారా సాగింది పురోగమనము. ఆ గాలి వరుసగా పేర్చిన స్లైడ్లకు తగులుతుంది. మేఘబిందువులు ఈ స్లైడ్లను తాకి, వాటిమీద పూతపెట్టిన రసాయనములపైన మచ్చలు ఏర్పడతాయి. ఈమచ్చను మైక్రాస్కోపుక్రింద కొలుస్తారు. గాలిలోని కణాలసైజులు కొలిచే సోపానసంఘట్టకము పనిచేసేపద్ధతి ఇది.

నీళ్ల పీల్చుకునే కేంద్రకాలు వాతావరణములో ఎలాగ ఏర్పడ్డాయి అన్నది క్లిష్టసమస్య. మనకున్న కొద్ది ప్రయోగానుభవాన్నిబట్టి అవి చాలామటుకు సముద్రపు ఉప్పుకణాలుగా కనపడుతున్నాయి. భూమి చాలామటుకు సముద్రావృతమే కనక అర్ద్రితాగ్రాహి కేంద్రకాలు సముద్రజన్యములే అనుకోవడము సహజము. కెరటాలు ఒడ్డున విరగడములో ఉప్పుకణాలు గాలిలో ప్రవేశపెట్టబడుతున్నాయి అని వాతావరణవిజ్ఞానులు నమ్మారు. కెరటాలు భూమిని తాకినప్పుడు ఎంతో పరిమాణములో జల్లు బయల్దేరుతుంది. మిలియన్లు చిన్ని ఉప్పుకణాలు ఈరీతిగా వాతావరణములోనికి చొప్పించబడి, సంఘనన కేంద్రాకాగారాలుగా ప్రకృతికి అందుతున్నాయి. అయితే సరిపోయేసంఖ్యలో కేంద్రకాలు ఈ ప్రక్రియవల్లనే జనిస్తున్నాయని నిశ్చయించగలమా ?

విఖ్యాత బ్రిటిషు వాతావరణవిజ్ఞాని సర్ జార్జి సింప్సను భూమిమీద సగటు వర్షపాతము ఏడాదికి 100 సెం. మీ. అన్నారు. అంటే భూమిమీద ప్రతి చదరపు సెంటీమీటరుకీ 100 ఘన సెంటీమీటర్ల నీరు పడుతుందన్నమాట. ఈ నీరంతా పదేసి మైక్రాన్ల వ్యాసార్ధమున్న మేఘబిందువుల చేరికవల్లనే వస్తున్నదనీ, ప్రతీ బిందువుకీ ఒక ఉప్పుకణము ఉంటుందనీ అనుకుందాము. కొంచెము గణితము చేసి, భూమికి తిరిగివచ్చిన కేంద్రకాలు ప్రతీ చదరపు సెంటీమీటరుమీదా ఏడాదికి 2.5×10^{10} ఉంటాయని చూపించవచ్చును. ఇది ప్రతీ చదరపు సెంటీమీటరుకీ సెకనుకీ సుమారు 1000 కేంద్రకాలుగా తేలుతుంది. కెరటాలు విరగడమువల్ల

జనించే కేంద్రకాలు కనీసము ఈపాటి ఉండాలి. సర్ జార్జి సింప్సను[13] ఇంత హెచ్చురేటులో కేంద్రకాల తయారీ అసంభవమంటారు. అయితే డా॥ బి. జె. మేసను[8] ప్రయోగాలు, సముద్రపునీటిమీద చిన్నబుడగలు పేలి చదరపు సెంటీ మీటరుకి 1000 కేంద్రకాలచొప్పున తయారుచేయవచ్చునని సూచిస్తున్నాయి. ఇది మన బారులెక్కకి సరిపోతుంది.

సంఘననకేంద్రకాలు రసాయనికంగా ఏమిటి? అన్న ప్రశ్నగురించి నిష్కర్షగా తెలియకపోయినా, మన దేశవాతావరణములోమాత్రము అవి చాలా సంఖ్యలలో ఉన్నాయని మనకు రూఢే. సిద్ధాంతరీత్యా మబ్బులు ఏర్పడడానికీ వాన కురవడానికి అవి ఉండడమన్నది తప్పనిసరి.

3•3 వర్షావిర్భావ యంత్ర బలవిజ్ఞానము :

నీరు భూమి ఉపరిభాగమునుంచి ఇగిరిపోయి, వాతావరణములోనికి అదృశ్య బాష్పముగా తీసుకుపోబడుతుంది. నీటి ఆవిరితోకూడిన గాలి పైకిలేస్తూ చల్లబడడమువల్ల ఆ గాలి తన తడిని ఇంక బాష్పరూపములో భరించలేని పరిస్థితి ఏర్పడుతుంది. ఇది జరిగే ఎత్తుని వాతావరణవిజ్ఞానులు ఉత్థాన సంఘననమట్టము అంటారు. ఈ మట్టానికి పైకిపోతే వచ్చే శీతనము నీటి ఆవిరిని కనబడేమబ్బులుగా చల్లబడేటట్టు చేస్తుంది. సూక్ష్మకేంద్రములమీదనే సంఘననము విధిగా జరుగుతుంది. కొనకి మబ్బులోని నీటిబిందువులు తగినంత పెద్దవైనప్పుడు జల్లుగానో వానగానో భూమికి చేరుకుంటాయి. మన మెవరైనా వానరాకడగురించి తెలుసుకోవలసిన భౌతికవిజ్ఞాన మింతమాత్రమే అని అనుకోవచ్చును. కానీ వాతావరణ విజ్ఞాని అంతధైర్యంగా ఉండలేడు.

ఉదాహరణకి బాష్పపు తొలి సంఘననానికీ వర్షావిర్భావానికీ నడిమిదశ సంగతే ఆలోచిద్దాము. లక్షలాది ప్లవమాన బిందుకములు కనబడేటప్పుడు వాటిని మబ్బులు అంటాము. మేఘాల కణికలన్నీ—వాటి పుట్టుక, నిర్మాణము, రచన, వాటి అదృశ్యమునుగురించిన ప్రశ్నలు మేఘ భౌతిక విజ్ఞానులకు ఆసక్తిజనకములు. ఈ ప్రశ్నలకు కొన్నిటికి - కొన్నితరాలుగా వాతావరణవిజ్ఞానులదృష్టి నాకర్షించిన వాటికి - జవాబులు ఇవ్వగలమేమో చూద్దాము.

ఘనీభవనాంకమునకు దిగువ ఉష్ణతలకడ జరిగే సంఘననము ఐస్ స్ఫటికాలుగా ఎందుకుండాలో, సిద్ధాంతరీత్యా విశదీకరించడానికైతే చాలా కారణము లున్నవి. ఐస్ స్ఫటికాన్ని సామ్యావస్థలో ఉంచడానికి కావలసిన సంతృప్త బాష్పపీడనము నీటి బిందువుకి కంటె చాలా తక్కువ.

కనుక మబ్బు పైభాగంలో నీటి బిందుకములూ ఐస్ స్ఫటికములూ కలిసిన సమ్మర్దమున్నదని ఊహిద్దాము. ఘనీభవనాంకమునకు దిగువ ఉష్ణతలలోని నీటి బిందువులు లేనేలేవనలేము. ఏమంటే నీరు అతి శీతలస్థితిలో ఉండగలదు కనక. అయితే ఈ నిమ్నోష్ణతలలో నీటి ఆవిరి ఐస్ స్ఫటికాలమీద సునాయాసంగా సంఘనితమవుతుంది కనుక నీటిబిందువులసంఖ్య క్రమంగా నీరసించిపోతుంది. ఇలా గడిస్తే ఉన్న సమ్మర్దమంతా ఐస్ స్ఫటికాలదే అవాలి. మేఘముయొక్క కొల్లాయిడ్ తత్వము పూర్తిగా (నీటి బిందుకముల కూడలిగాకాక ఐస్ స్ఫటికాల కూడలిగా) మారినదన్నమాటే. లెక్కల్నిబట్టి అతి శీతలమేఘ పరివర్తనము నిముషాలలో జరిగిపోగలదు. కొన్ని ఐస్ స్ఫటికాలు చిన్న స్ఫటికాలఖర్చుతో పెద్దవవుతాయనుకోవడములో విప్రతిపత్తి లేదు. కొంతసేపటికి ఈ పెద్దస్ఫటికాలు దిగువ నున్న వెచ్చని వాతావరణంలోనికి త్వరగా పడిపోగలవు. ఈ ఉష్ణతర వాతావరణంలో ఐస్ స్ఫటికాలు కరిగి నీటిబిందువులు కావచ్చును. ఈ వర్తుల వర్తనానికి చివర మనము వాటిని మేఘమునుండి పడే వర్షబిందువులుగా చూస్తామన్న మాట.

పైన సూచించిన స్కీము (పథకము) వర్షాగమనాన్నిగురించిన ఒక ప్రముఖ సిద్ధాంతానికి ఆధారమైనది. స్వీడిషు వాతావరణవిజ్ఞాని బెర్జేరాన్ దానిని 1933 లో ప్రతిపాదించారు. 1938 లో ఫిండీసన్ దానిని గట్టిగా బలపరిచారు. మొత్తానికి వారిసిద్ధాంతము ప్రకృతిలో వర్షపాతము మొత్తము కరిగిన ఐస్ లేదా మంచు తునకలే అని.

అవలోకనసాక్ష్యము బాగా బలపరచే ఆకర్షకగుణాలు ఈ వాదానికి ఉన్నాయి. ఒకటి, వర్షామేఘాలు సాధారణంగా లంబంగా పెరిగేటివి. అవి బాగా దట్టంగా వుంటాయి. ఐస్ రూపం తప్పక ఉండే ఉపరితరమట్టాలకు అవి వెళ్లగలవు. అలాటి మేఘాలు వర్షము పడడము ఆరంభించినప్పుడు హఠాత్ పరివర్తనము

ప్రదర్శించడము తెలుసును. వర్షామేఘపు ఉపరితలము గభీమని పీచుపీచుగా వున్న ట్టవుతుంది. చాలాసంఖ్యలలో ఐస్ స్ఫటికాలు ఉండడమువల్లనే కావచ్చును. ఘనీభవక్రియ అలాటి మేఘాలనించి పడే వర్షానికి చాలామటుకు కారణము అయి వస్తే అగుపడుతుంది.

బెర్‌జెరాన్-ఫిండీసన్‌ల సిద్ధాంతానికి ముఖ్యమైన ప్రతిబంధకము ఏమిటంటే, ఘనీభవన మట్టముదాకా పెరగని మేఘాలనించికూడా వర్షము రావడము కనబడు తూండడము. మనదేశంలో నైఋతిపవనము నెలల్లో బాగా దిగువగావే వున్న మేఘాలనుంచి వర్షము విలిచి కురవడము అనేకమార్లు అవలోకించడము జరిగింది. ఆ మేఘాలపై పొరలు ఘనీభవనమట్టానికి చాలా క్రిందుగానే ఉన్నాయి. భారతీయ వాతావరణ అపేక్షకులు పై సిద్ధాంతములోని ఈ లోపాన్ని వైజ్ఞానికుల గమనము లోనికి తెచ్చారన్నది భారతీయవాతావరణ విజ్ఞానులఘనతకు కారణము.

గత దశాబ్దిగా, ఐస్ రూపమన్నది ముఖ్యమేఅయినా వర్షావిర్భావానికి అది తప్పనిసరి కాదన్నసంగతి తెలియవచ్చినది. 'వెచ్చని' మేఘాలలో, అనగా ఘనీ భవనాంకపు మట్టానికి ఎక్కని మేఘాలలో, వర్షావిర్భావమును ముఖ్యంగా క్రింద పడే నీటిచినుకులు చేరుకోవడానికే ఆరోపిస్తున్నారు.

ఐస్ రూపము అసలే లేక మేఘబిందువులు ధారాళంగాఉన్న 'వెచ్చని' మేఘము ఒకటి ఉన్నదనుకుందాము. గాలి సంచలనమువల్ల రికామీగా అటూ ఇటూ కదిలే గమనాన్ని ప్రస్తుతానికి లెక్కతీసుకోక విడిచేస్తే, మొత్తమ్మీద బిందువులన్నీ క్రమంగా గురుత్వాకర్షణశక్తివల్ల ఒకదారికి రావాలి. చివరకి ప్రతీ నీటిబిందువు-స్థిరమైన పతనవేగము - కొసవేగము అందుకుంటుంది. ఈస్థితిలో బిందువుని భూమి లాగేశక్తి గాలియొక్క నిరోధశక్తికి సరిపోతుంది. అన్నట్టు గాలియొక్క ఈ నిరోధము చిత్రమైనసూత్రాన్ని అనుసరిస్తుంది.

పెద్ద బరువైనవస్తువు కిందకి పడేటప్పుడు గాలియొక్కనిరోధము లెక్కలోకే రాదు. కాని చాలా తేలికైనవస్తువు ఈకగాని, పడే వర్షబిందువుగాని - అయితే గాలిరాపిడి తప్పకుండా ముఖ్యమే. దాని పతనవేగాన్ని నిర్ణయిస్తుంది కనుక, 25 మైక్రాన్లకన్న వ్యాసార్ధము తక్కువగల నీటిబిందువులకు కొసవేగము

ఆ బిందువుయొక్క వ్యాసార్ధముయొక్క ద్వివర్గమునకు సమ (అనులోమ) సంబంధములో ఉంటుంది. ఈ సూత్రము ప్రాచీన ద్రవగతి విజ్ఞానానికి జయపతాక. ఒక శతాబ్దముక్రితమే స్టోక్సు కనుక్కున్నది. 0° సెం. ఉష్ణతా 900 మి. బా. పీడనముగల గాలిలోనైతే స్టోక్స్‌సూత్రము ఒక బిందువుయొక్క కొనవేగము (V) కీ, దానివ్యాసార్ధము (R) కీ ఒక సంబంధము ఉన్నదంటుంది అది:

$$V = 1{\cdot}26 \times 10^{6}\ R^{2}$$ అన్నది.

ఈ సూత్రసహాయముతో 25 మైక్రాన్ల (·0025 సెం. మీ.) వ్యాసార్ధము కల (నీటి) బిందువుయొక్క పతనవేగము సెకనుకి 7·9 సెం. మీ. అని లెక్క గట్టవచ్చును. ఈ పతనపురేటుతో ఈ సైజుబిందువులు 1000 మీటర్లు దళసరిఉన్న మేఘంలోనుంచి పడడానికి సుమారు 4 గంటలు పడుతుంది.

జల్లులోనూ వానలోనూ కనపడే పెద్ద బిందువులవిషయంలో స్టోక్స్‌సూత్రము వర్తించదు. గోళాకారపువస్తువు (పెద్దబిందువు)కీ దాని కొనవేగానికీ కలపడానికి ఇంకా సామాన్యసూత్రము ఏదీ కనబడలేదు. ఉదాహరణకి సగటు వానచినుకు 0·2 సెం. మీ. వ్యాసార్ధము కలదానినే తీసుకుందాము. ఈ బిందువేగానికి స్టోక్స్ సూత్రాన్ని అనుసరించేటట్లయితే దీని కొనవేగము సెకనుకు 500 మీ. ఉండాలి; వాస్తవానికి అది సెకనుకి ఏ 9 మీ. లో ఉంటుంది. ఇది తక్కువని మనము విచారపడ నవసరములేదు. పెద్దపెద్ద నీటిచినుకులూ, వడగళ్లూ, స్టోక్స్ సూత్రమునే అనుసరిస్తున్నట్లయితే, వాటి పతనమువల్ల మనకి జరిగే కీడు ఎంతో ఎక్కువై ఉండును.

తేలుతూండే నీటి చినుకులసంగతి ఆలోచిద్దాము. పెద్దచినుకులు వాటి పతనవేగమువల్ల శీఘ్రతరంగా పడతాయి. దిగువప్రయాణంలో ఇవి ఎన్నో చిన్న చినుకుల్ని కలుసుకోవచ్చునుగదా? (నీటివేగము ఎక్కువా) వాటి వేగము తక్కువా కనుక అవి వీటిని దాటిపోలేవు. చిన్నచినుకులు పెద్దవాటివల్ల గబళించబడతాయా?

ఈ చిక్కుప్రశ్నకి జవాబు ఇప్పటికింకా పూర్తిగా తెలియలేదు. చిన్న చినుకులలో కొంతభాగము తప్పక పెద్దవాటికి పట్టుబడతాయి. పట్టుబడ్డవి నూటికి తొంభైపాళ్లు కలిసిపోతాయి. కాని ఎంతమటుకు? అన్నది అంచనా వెయ్యడానికి

వీలిచ్చే క్లిష్టాంశాలు లెక్కవేయడము కష్టము. ఒం ప్రథమంలో, చేరుకునే రెండు నీటిబిందువులు తప్పకుండా కలిసిపోవాలని నిశ్చయము లేదు. ప్రయోగశాలలోని యత్నాలవల్లనే, రెండు చిన్నబిందువులు కలిసినప్పుడు ఏమి జరుగుతుందన్నది తెలుసుకోవడము కష్టమైన సమస్య. ఇప్పటికి లభ్యమైన కొద్ది ప్రయోగసాక్ష్యాన్ని బట్టి, అవి ఒకదాన్ని ఒకటి ఢీకొన్నప్పుడు కూలిపోవడానికి వీలుకావడము లేదు. రెండు బిందువులు ఒకదానొకటి ఢీకొన్నప్పుడు, వాటి గోళాకారాలు వికృతమవుతాయి. దీనివల్ల వాటి మొత్తపుశక్తి అధికమౌతుంది; ఈ అదనపుశక్తి (వీటి నుంచికాక) బయటినుంచే సరఫరా కావాలి. ఈ బిందువుల పతనవేగాలు బాగా తేడా ఉన్నవైతే, ఈ శక్తి లాభము. పెద్దబిందువు చిన్నదానిని తాకినప్పుడు, దానికి వచ్చేగతి శక్తి నష్టమువల్ల సరఫరాకావడానికి వీలున్నదనిపిస్తుంది. ఆ పరిస్థితిలో సంఘట్టనము మిలనమే అవుతుంది. కాని ఢీకొనేబిందువులు సరిసమాన సైజులవే అయితే సంఘట్టనము మిలనమునకు దారితీస్తుందని నిశ్చయములేదు. కొసవేగాల్లో తేడా చిన్నదే ఉన్నా తగిలినతర్వాత ఒక బిందువు తక్కిన దానిమీద కూలిపోవడముకూడా జరగవచ్చు.

బిందువుల చేరికవల్ల వర్షావిర్భావము ఎంతరేటులో జరుగుతుందో నిశ్చయించడానికి సిద్ధాంతపరిశ్రమ చాలా నడిచింది. చాలామంది వాదసిద్ధాంతులు, రెండు బిందువుల సంఘట్టనము మిలనమునకే దారితీస్తుందన్న ఊహమీదనే అంచనాలు వేశారు. ఈ అంచనాలసూచన లేమిటంటే, ప్రారంభదశలలో, నీటి ఆవిరే చల్లబడి బిందువుమీద చేరడమన్నదే మిలనకార్యముకంటే జోరుగా సాగుతుందనీ, ఇలాగ ఆ బిందువు 15 మైక్రానుల వ్యాసార్ధానికి పెరిగేదాకా జరుగుతుందనీని. ఆ తరువాత మిలనమువల్ల బిందువు పెరగడము ముఖ్యమవుతుంటట. లంబముగా పెరిగివున్న పెద్దపెద్దమేఘాలలో, ఐస్ స్ఫటికాలపైన నీటి ఆవిరి కూడడముతో వచ్చే పెరుగుదలే వర్షపాతమును ప్రేరణచేస్తూ ఉండవచ్చును. అటుపిమ్మట వర్షవృద్ధిమాత్రము మిలనము, బాష్పసంఘననముల చేరికవల్ల కలిగినవే అనాలి. 'వెచ్చని' మేఘాంతరాలలోమటుకు వర్షముగా పర్యవసించేది పతనమౌతున్న నీటి బిందువుల మిలనము ఒక్కటి మాత్రమే. అలాటి మేఘాలనుండి పడేది ఝల్లు రూపంగాను, పల్చని వర్షముగాను కనవడుతుంది.

8.4. ఋతుపవనమేఘముల సంరచన :

వాతావరణవిజ్ఞానులు మేఘాలను వాటి సంరచననుబట్టి వర్గీకరిస్తారు. మొట్ట మొదటి మేఘ వర్గీకరణము లూక్ హవర్డు 1803 వ సం॥లో చేసినది. ఆయన సిరస్, క్యూములస్ నింబస్, స్ట్రేటస్ అనే లాటిన్ పేర్లు వాడేరు వేర్వేరురూపాల మేఘాలకు. ప్రపంచవాతావరణ సంఘమువారు ప్రచురించిన అంతర్జాతీయ మేఘ అట్లాసు (పటచిత్రము) పది ముఖ్యరకములయిన మేఘాల్ని గుర్తించింది. వాటి ముఖ్యకవళికలు క్లుప్తంగా ఈ క్రిందివిధంగా వున్నాయి.

(i ఎత్తైన మేఘాలు

మేఘము అడుగు 6 కి. మీ. (20,000 అడుగులు) గాని ఇంకా ఎత్తున గాని ఉండేవి.

(1) సిర్రస్	విడివిడిగా దూదిపింజలూ, తెలియాకలూవలె ఉండేవి.
(2) సిర్రో క్యూములస్	పల్చని తెల్లని మబ్బుపొరలు, ఒకేఛాయ.
(3) సిర్రో స్ట్రేటస్	తెల్లగా పారదర్శకంగా ఉండే మేఘాలు. వీటిలో నుంచే గుడులు (పరివేషములు) కనబడతాయి.

(ii) మధ్య ఎత్తులవి

మేఘపు అడుగు 2 కి. లో. (7000 అడుగులు) ఎత్తు.

(4) ఆల్టో క్యూములస్	తెలుపులోనో కచికరంగులోనో ఉండే మేఘము. కొన్నివేళలలో రొట్టెముద్దలాగా గుండ్రని ముద్దలు లాగా కనబడేవి.
(5) ఆల్టో స్ట్రేటస్	కచికరంగు మేఘపుపొర. వీటిద్వారా పరివేషములు కనబడవు.

(iii) దిగువ మేఘాలు

భూమికిపైన 2 కి. మీ. ఎత్తువరకు ఉండేవి.

(6) స్ట్రేటస్	కచికరంగు మేఘపు పొర. అడుగు అంతా ఒకేలా గుంటుంది.
(7) స్ట్రేటో క్యూములస్	తెలుపుగాని కచికరంగులోగాని మచ్చలుమచ్చలుగా ఉండేవి. గొర్రెలమందలాగ ఉండేవి.

ఈ పట్టికకు ఇంకొక మూడు ఋతుపవననెలల్లో తరుచు కనబడేవి చేర్చాలి.

(8) *క్యూములస్*	విడివిడిగా తీర్చిన అంచులతో ఉందేవి. శిఖరాల తోనూ గోళాలతోనూ కనబడేవి.
(9) *క్యూములో నింబస్*	దట్టమైన వానమేఘాలు. వీటి పై వైపు బాగా విస్తరించిపోయి ఉంటుంది.
(10) *నింబోస్ట్రాటస్*	విడువకుండా వర్షిస్తూఉండే నల్లని మబ్బుపొరలు.

మనదేశములో చూపిన మేఘవిన్యాసాలు కొన్ని తరువాతపుటలలో చూపబడ్డాయి.

వైమానికుడికి ముఖ్యంగా తెలుసుకోవలసినది మేఘాలతో చేరివుండే కలత. హెచ్చయిన కలత సామాన్యముగా క్యూములస్, క్యూములో నింబస్ మేఘాల సమీపములో ఉంటుంది. ఈ మేఘాలు చాలా నిలువుగా పెరిగిఉండేవి. మనదేశములో వ్యాపారవిమానాలు నడిపేవారు (5'6) చేసిన అవలోకనాలనుబట్టి ఈ క్యూములోనింబస్ మేఘాల పైభాగము 16·7 కి. మీ. (55,000 అడుగులు) దాకా ఋతుపవనకాలములో ఉంటుందని తెలుస్తుంది. ఆ సర్వేవల్లనే, ఋతుపవన నెలలలోనే కలతా సంచలనమూ హెచ్చుగా 57% ఎదురుతగులుతూ ఉంటాయనీ అనుకోవడానికి సాక్ష్యముదొరికింది. తరుచుగా విక్షోభము క్యూములస్, క్యూములో నింబస్ మేఘాలకు చేరువనే కనబడింది.

3·5 ఋతుపవన ఉరుముల వర్షాలు :

క్యూములస్ క్యూములో నింబస్ మేఘాలుకూడా మనదేశంలో ఋతుపవనములోనూ అంతకుపూర్వం కురిసే ఉరుములవానలతో చేరివుంటాయి. వీటిలో విద్యుత్ ఉత్సర్గాల మెఱుపులలో వెల్తురుగానూ ఉఱుములుగానూ గోచరిస్తాయి. ఇదివరకు చెప్పినట్లుగా ఉరుములవానలు, ద్రవరూపంగానూ ఘనరూపంగానూ పెద్ద ఎత్తున మేఘజలం, -20 సెం. ఉష్ణతకంటె తగ్గిఉండే ఎత్తులకు కొనిపోబడినప్పుడు పెరుగుతాయి.

ఉరుములవానలు రేఖాకారాలలో ఏర్పడడము ఒక విశేషము. వీటిని ఝంఝూరేఖ లంటారు. ఇవి తరుచుగా ఈశాన్యభారతములో ఋతుపవన పూర్వపునెలలు

ఏప్రిల్ మేలలో సంభవిస్తాయి. ఝంఝూరేఖలనుంచి ఒకవరుసలో పుట్టుకొస్తాయి పెద్ద సంక్షోభంతో ఉరుముల గాలివానలు. వీటి ఉధృతసమయము సాధారణంగా సాయంకాలము, లేదా భూమి బాగా వేడెక్కినవెంటనే. అయితే రాత్రివేళల బాగా పొద్దుపోయినతర్వాత వేకువజామునకూడా ఇవి వచ్చిన సందర్భాలున్నాయి.

ఉరుములవానలు ఏర్పడే ప్రత్యేక తంత్రాన్నిగురించి అభిప్రాయైక్యత లేదు. వాతావరణంలో బలమైన సంవహనచలనానికి అవి ప్రతినిధులు. వాతావరణ విజ్ఞానులు చిరకాలంగా వాతావరణంలో (ఊర్ధ్వ) సంవహనాన్ని ముందే తెలుసుకుని చెప్పగలగడానికి ఏదో ఆధారాన్ని కనుక్కోవడానికి యత్నాలు చేస్తునే ఉన్నారు. ఈ సందర్భములో వాతావరణ అసందిగ్ధతనుగురించి చాలా పరిశోధన జరిగింది.

సాధారణపరిస్థితుల్లో వాతావరణసాంద్రత పైపైకి వెళుతూన్నకొద్దీ తగ్గుతుంది. కనుక ఒక గుప్పెడు గాలినిగాని లంబముగా పైకి తీసుకువెళ్ళితే, దాని కొత్త పరిసరాలకంటె దాని సాంద్రత ఎక్కువగా వుంటుంది. ఈ గాలి తన తొలిచోటికి 'ములగడానికి' యత్నిస్తుంది. కనుక, ఎత్తుతో గాలిసాంద్రత తగ్గుతున్నప్పుడు వాతావరణము లంబ ఊర్ధ్వగమనాన్ని నిరోధిస్తూనే ఉంటుందన్నమాట. ఈ పరిస్థితుల్లో వాతావరణము నిలకడగా వున్నది అనే అంటాము.

కాని భూమికి చేరువగా వెచ్చని గాలి, పైన చల్లని గాలి ఉండే సందర్భాలూ ఉంటాయి. అప్పుడు లంబంగా ఎత్తుతోమారే గాలి సాంద్రత చిన్నచిన్న చెరుపులను సర్దుకునేటంత నిలవరముతో ఉండదు. ఏమంటే ఈ పరిస్థితులలో గుప్పెడు గాలినిగాని పైకి తీసుకువెళ్ళినామంటే దానిసాంద్రత దాని కొత్త పరిసరాలకంటె తక్కువగా ఉంటుంది, దానిమీద పనిచేసే ప్లవనశక్తివల్ల పైకే తోయబడుతుంది.

ఇక్కడ క్లిష్టపరిస్థితి ఏమిటంటే, వాతావరణములో పీడనము పైకి వెళుతున్నకొద్దీ తగ్గుతుంది. కొంతగాలిని ఊర్ధ్వముఖంగా తీసుకుపోతే అది వ్యాకోచించడమూ అందువల్ల దాని సాంద్రత తగ్గడమూ జరుగుతుంది. కనుక వాతావరణానికి అస్థిరత అన్నది ఎప్పుడు అంటే, పైకి తీసుకుపోబడ్డ గాలియొక్క సాంద్రత తగ్గుబడి రేటుమీద ఉన్నగాలి సాంద్రత తగ్గుదలరేటుకంటె ఎక్కువైనప్పుడే. ఇదీ అదీ సమమయ్యే క్రాంతికస్థితి ఎప్పుడు ఏర్పడుతుందీ అన్న విష

యాన్ని పైకి వెళ్ళినకొద్దీ ఉష్ణోగ్రత ఎత్తుతో తగ్గేరేటు విలువనిబట్టి చెప్పవచ్చును. వాతావరణ వాఙ్మయములో ఈ రేటుని (ఉష్ణోగ్రతా) అలసత్వపురేటు అంటారు. ఈ అలసత్వపురేటుగాని 100 మీటర్లకు 1° సెం. విలువని దాటితే అసందిగ్ధత సంభవ మవుతుందని నిరూపించవచ్చును.

అసందిగ్ధతవల్ల జనించే లంబమార్గచలనాలే సంవహనచలనాలు. ఊర్ధ్వగామి యైన సంతృప్తవాయువులో అవి క్యూములస్, లేదా క్యూములో నింబస్ మేఘాన్ని తయారుచేస్తాయి. సంతృప్తమైన మేఘవాయువుకి, క్రాంతిక అలసత్వపురేటు 1° సెం./100 మీ. కంటె తక్కువ. ఎందుకంటే గాలి పైకి లేచినకొద్దీ నీటి ఆవిరి ఇతోధికంగా నీరుగా సంఘనన మవుతుంది. నీటి ఆవిరి నీరుగా మారే టప్పుడు చాలాచాలా ఉష్ణరాశి విడుదల అవుతుంది. ఈ ఉష్ణరాశిని సంఘనన గుప్తోష్ణము అంటారు. గుప్తోష్ణపు విడుదల పైకి లేచేగాలి ప్లవనమును పెంచుతుంది కనుక సంతృప్తవాయువుయొక్క అసందిగ్ధతకు కావలిసిన క్రాంతిక అలసత్వపు రేటు రమారమి పొడిగాలికి దానికుండే విలువలో సగము, అనగా 100 మీటర్లకి $\frac{1}{2}$° సెం. చొప్పున ఉంటుంది.

కొద్ది సంవత్సరాలుగా సంవహన ఆవిర్భావానికి వేరే ఆధారాన్ని ఆరోపించే యత్నాలు జరిగాయి. లార్డు రాలే ఈ శతాబ్ది ప్రారంభంలో ఆ ఆధారాన్ని గుర్తించారు. ఆయన పరిశీలన ప్రకారము సంవహనప్రారంభాన్ని కొన్ని కొలతల కూడిక అయిన ఒక సంఖ్యతో సూచించవచ్చును. ఆ సంఖ్యలో ఆ ద్రవముయొక్క లోతు దాని శ్యానత (ప్రవహించేగుణము) దాని ఉష్ణీయ వాహకత్వము, అలసతా రేటు, పరిమాణ వ్యాకోచగుణకము ఉంటాయి. ఈ 'రాలే సంఖ్య' కొలత విలువని గాని దాటిందా, సంవహనము మొదలై, ఆ ద్రవము కోష్ఠములుగా విడిపోతుంది. ఈ కోష్ఠపు అడ్డసైజు ద్రవముయొక్క లోతుకి సుమారుగా మూడు రెట్లుంటుంది.

వాతావరణంలో ఇలాటి కోష్ఠచలనాలు గుర్తించబడ్డాయి. విమానాలనుంచి చేసిన అవలోకనాలు, కొన్నిరకాల క్యూములస్ మేఘాలలో ఇలాటి సంవహన కోష్ఠములు ఉంటున్నట్టు సూచిస్తున్నాయి. ఉత్తరభారతములో కనబడే ఉరుము వానలు కోష్ఠసంరచనను చూపిస్తాయి. అయితే మనకు ఉన్న కొద్ది అవలోకనాలతో

నిర్దిష్టమైన సంబంధము-కోష్టము అడ్డకొలతకీ వాతావరణములో దానిలోతుకీ-సూచించడము లేదు. ఈదశలో ఇంకా గాలివానలలోనూ మేఘాలలోనూ అపేక్షించిన కోష్టగమనము రాలే చెప్పిన సంవహనమేనా అన్నది విశదము కాలేదు. వాతావరణంలో ఎత్తుతో పీడనభేదము చాలా ఎక్కువ. కనుక కొంత గాలి పైకి లేచినకొద్దీ దాని వ్యాకోచాన్నికూడా లెక్కలోకి తీసుకోవాలి. ఈ లెక్కని వాతావరణపు లోతులలోని పొరలలో 'రాలే సంవహనము' జరగడానికి అవకాశము లేదు.

3·6 కృతక వర్షపాత ప్రోత్సాహము :

ఈ అధ్యాయారంభములో వాతావరణము వాయురూపంలో ఉన్న నీటి ఆవిరిని ధారాళంగా నీరుగా మార్చదని చెప్పుకున్నాము. పరివర్తన తంత్రశక్తిని హెచ్చు చేయగలిగితే చాలాచాలా లాభాలు నమకూడగలవు.

ఈ ఉద్దేశ్యంతో గత రెండు దశాబ్దులలోనూ మేఘాలను వర్షము విడుదల చేసేటట్టు ప్రోత్సహించగలందుకు చాలా ప్రయోగాలు జరిగినవి. పెక్కుమంది వైజ్ఞానికులు, మేఘములోని సామాన్య కేంద్రకాలసంఖ్యల్నిగాని ఎక్కువచేస్తే, ఇది బిందువులు ఏర్పడేరేటుని పెంచుతుందనీ, దానివల్ల చివరకి చాలాచాలా నీరు మబ్బునుంచి విడుదల అవుతుందనీ ఊహించే తమ ప్రయోగాలు చేశారు.

ఇరవై సంవత్సరాలక్రితము 'షేఫర్' అనే అమెరికను వైజ్ఞానికుడు అతి శీతలముచేసిన మేఘకోష్ఠకములో చిన్నపొడి ఐసు రవ్వను పడవేస్తే చాలా సంఖ్యలు ఐస్ స్ఫటికాలు ఏర్పడ్డాయని కనుక్కున్నాడు. షేఫరు, భౌతికరసాయన విజ్ఞానశాఖలో పరిశోధనలకు నోబులు బహుమానమును బడసిన ఇర్వింగు లాంగ్ మూరుతోచేరి ఈ పరిశోధనలు జరిపాడు. వారిద్దరూ బటానీగింజంత పొడి ఐస్ అతి శీతల మేఘములోనుంచి పడడములో 10^{16} ఐస్ స్ఫటికాలను ఆవిర్భవింపజేయగలదని లెక్కవేశారు. 1946 చివరలో మొట్టమొదటి మేఘ బీజారోపణ ప్రయోగాలు చేసినట్టున్నారు షేఫరు లాంగ్‌మూరూను. నేలమీదినుంచి చేసిన అవలోకనలవల్ల బీజారోపణచేసిన మేఘమునుండి, మంచు, పొడిగాలిలో తిరిగి ఆవిరిగా మారిపోయేలోపున సుమారు 0·6 కి. మీటరు దూరము పడినట్లు తెలిసింది. అదేకాలంలో ఆస్ట్రేలియాలో క్రౌసూ, స్మైర్సుచేసిన ప్రయోగాలు బీజారోపణ

చేసిన ఎనిమిది మేఘాలలోనూ అరుమేఘాలు, ఆ తర్వాత రాడారు సిగ్నల్సును 'ప్రతిధ్వనించాయి' అని నాలుగుమేఘాలు నేలమీద వర్షించాయనికూడా తెలిపాయి.

ఆ పై సంవత్సరాలలో ప్రొఫెసర్ లాంగ్‌మూరుయొక్క మరొక అనుయాయి వోన్నిగట్[18], పొడి ఐస్‌కంటె రజతపు అయొడైడు ఐస్ కేంద్రకాన్ని పుట్టించ డములో ఎక్కువ శక్తివంతమైన ఏజెంటు అని కనిపెట్టారు. ఏసిటోనులో కరిగించిన రజత అయొడైడు ద్రావణమును బర్నరుమీద వెచ్చజేసి ఇగిరిస్తే, కేంద్రకాలు ఎక్కువసంఖ్యలలో తయారుచేయవచ్చునట. నేలమీదనే బర్నర్లుపెట్టి ఇగిర బెట్టినా పెద్దసంఖ్యలలో కేంద్రకాన్ని మేఘాలలోనికి పంపవచ్చుననీ అన్నారు. ఈవిధంగా జరిపినప్రయోగాలు ప్రోత్సాహకరమైన ఫలితాలు ఇచ్చాయి.

సంఘననమట్టమునాకా పైభాగాలు లేవని వెచ్చనిమేఘాలలో క్యూములస్ మేఘాలమీద నీటినో నీటి ద్రావణాలనో జల్లి వానని విడుదలచేసేయత్నాలు జరిగాయి. పెద్ద బిందువుల్నిగానీ అనుకూల రాసాయనిక ద్రావణాన్నిగాని మేఘం అడుగున ప్రవేశపెట్టాలనీ, తద్వారా మిలనతంత్రాన్ని తొందరచెయ్యాలనీ వారి ఆశయము.

మనదేశంలో క్షేత్రప్రయోగాలు - ఈ దారులలో - డాక్టరు యస్. కె. బెనర్జీ[1] ప్రేరేపించారు. డా. బెనర్జీ వరుసగా 35 ప్రయోగాలు చేశారు. 28 ఇంటిలో సన్న జల్లునుంచి పెద్ద వానదాకా వచ్చాయని ప్రకటించారు.

డా. బెనరీ తొలికృషిని ఎ. కె. రాయ్‌గారూ ఆయన అనుయాయులూ వృద్ధి పరచారు. నేలమీదనుంచే, జల్లే యంత్రాలతో మేఘపీఠముమీదికి ఆర్ద్రతాగ్రాహి కేంద్రకాల్ని జల్లారు. ఢిల్లీలో జరిగాయి ఈ ప్రయోగాలు, ఉప్పునీటిని జల్లారు. వారి బేరీజులలో కొంతసందేహము ఉన్నప్పటికీ, వారి ప్రయోగఫలితాలు మొత్తముమీద ప్రోత్సాహకరంగానే ఉన్నాయి.

ఇక్కడ ఒక హెచ్చరిక చెయ్యాలి. ఈ ప్రయోగాలఫలితాలు పరిమాణాత్మకంగా బేరీజువెయ్యడము చాలా కష్టమైనపని. కేంద్రక బీజారోపణచేసిన మేరల్లో చాలాకాలము ప్రయోగపరిశోధనలు జరిపి, ఆ చోట్లలోని సాధారణ వర్షపాతము కంటె అధికము వచ్చినట్లు నిస్సందేహంగా ఎవరూ నిరూపించలేదు. ఈ మేరలను

బీజారోపణ చెయ్యనిమేరలతో పోల్చడానికి యత్నాలు జరిగాయి కాని ఫలితాలు తీర్మానం చెయ్యడానికి సరిపోలేదు. కొంతమటుకు విజయము సాధించామన్న వా రున్నారు కాని చాలా విస్తృతంగా బీజారోపణలు చేసినచోట్ల మొత్తపు వర్షపాతంలో తరుగుదల వచ్చినదని రిపోర్టులూ ఉన్నాయి. మొత్తం చిత్రమంతా కంగాళీగా ఉన్నది. ఇంకా ఆధారప్రాయమైన పరిశోధన జరిగేదాకా కృతకంగా కలిగించేవర్షము వ్యాపారదృష్ట్యా లాభకారియేనా అన్నసంగతి నిశ్చయంగా తేలదు.

ఆర్థికలాభందృష్ట్యా వర్షపాతపంపకాన్ని మార్చేభావంమాత్రం మేఘవిజ్ఞాను లకు రెండుదశాబ్దులుగా నచ్చుతున్నది. వర్షము కావలిసినచోట్ల ఏ కొంచెమైనా కురిపించి ఎక్కువై పోయేచోట్ల తగ్గించగలిగితే ఆర్థికంగా లాభము చాలా ఉంటుంది, నదులూ భూములూ అడవులూవలెనే మేఘాలుకూడా సహజ సహాయక ములే అని భావించడము సహజమే. ప్రపంచపు నీటితృష్ణను తీర్చేసమస్యను పరిష్కరించవలసిన వైజ్ఞానికులకు ఈ సహజసౌకర్యాన్ని ఉపయోగించాలని ఆశ యము. కనుక నీరులేనిచోట్లకి నీటిసరఫరా చేయవచ్చుననీ, ఉన్న వర్షపు నీటి సరఫరాని కావలిసినమోతాదులో నిలుపవచ్చుననీ అనుకునేవారి ఆశలను అర్థము చేసుకోవచ్చును.

కాని దురదృష్టవశాత్తూ మేఘ బీజారోపణ ఆది మొదలయిన రెండు దశాబ్దుల నుంచీ వివాదగ్రస్తమే అయిపోయింది. ఈ వివాదాలకు కారణము సహజవర్షము కృతకవర్షములనుగురించిన భౌతికవిజ్ఞానంలోని లోపాలే. మేఘ బీజారోపణ ప్రయోగాల ఫలితాల్ని బేరీజువేసే పద్ధతులను నిర్మించుకోవడము కష్టములతో కూడి నట్టిదే. ఈ పరిస్థితులలో ప్రయోగప్రణాళికల ఏర్పాటుఫలితాల నిర్దుష్టాన్వయము అనే బలవత్తరసమస్యలు ఎదుర్కొంటున్నామనటంలో సందేహం లేదు. ఆధార పరిశోధనలే ఈ సమస్యల్ని తీర్చగలవు.

అధ్యాయము 4

భారతీయ గ్రీష్మఋతుపవన పుట్టుక

ఋతుపవనము భారతదేశములో ప్రతి వార్షికసమావేశానికీ వస్తూన్నప్పటికీ దాని మూలము ఇంకా రహస్యావృతమే కావడము ఆశ్చర్యకరమైన విషయము! ఈ అసందిగ్ధతకు కారణము ఋతుపవనము మూలమని మనము నమ్మే భూమధ్య రేఖా ప్రాంతాల పెద్దపాయీ వాయుసంచలనాలు వాతావరణ విజ్ఞానానికి 'అజ్ఞాతభూములు' కావడమే. సంతుష్టికరమైన సిద్ధాంతాన్ని నిర్మించగలగడానికి చాలినన్ని తబిశీళ్లు లేవు మనకు. అయినప్పటికీ, కొన్ని విషయాలను గుర్తుంచుకుని, ఈ క్లిష్టసమస్యను ఎదుర్కొన ప్రారంభిద్దాము.

మన ప్రవేశికాధ్యాయములో సూర్యుడినుంచి అందే వేడిమికి విశాల భూఖండమూ సముద్రతలమూ పలడములోని విశేషభేదాన్ని చెప్పాము. వేసవిలో భూఖండములమీద గాలి సముద్రాలమీద దానికంటె వెచ్చగాను పల్చగాను ఉంటుంది. ఆ కారణమువల్ల భూమిమీద పీడనము, ఎత్తుతో, సముద్రముమీదకంటె నెమ్మదిగా తగ్గుతుంది. ఈ తేడాని కొంచెము విశదీకరిద్దాము. సముద్రమట్టముదగ్గర భూమిమీదా నేలమీదా పీడనము ఒకటే అయితే, ట్రోపోస్ఫొరలో ఒక మట్టము దగ్గర పీడనము సముద్రముమీదకంటె నేలమీద ఎక్కువగా ఉంటుందన్నమాట. గాలులు పీడనము హెచ్చుగా వున్నచోటినుంచి పీడనము తక్కువగా ఉన్నవైపు ప్రసరిస్తాయి కనుక ఆ ఎత్తులో నేలమీదనుంచి సముద్రముమీదికి గాలులు వీచవలెనని మనము ఆశించవచ్చును. ఎగువమట్టములోని ఈ వాయుప్రవాహాన్ని భర్తీ చెయ్యడానికి దిగువమట్టములలో సముద్రముమీదనుంచి నేలమీదికి వ్యతిరేక ప్రవాహము ఉంటుంది.

ఋతుపవనముకి ఇది పురాణచిత్రము. నిజానికైతే వాయుసంఘవర్తనము, పీడనక్షేత్రము, భూమి ఆత్మభ్రమణము, దిగువమట్టపు వాతావరణాన్ని భూమిరాపిడి లాగేశక్తి అనేవాటి క్లిష్టసామ్యతాసాధనము కావలెను. ఈ సందర్భములో భూమి ఆత్మభ్రమణాన్ని కొంత వివరించడము ఉచితము.

భూమిమీద పెద్దమేరలపైన వాయుచలనము, న్యూటనుయొక్క రెండోగతి సూత్రాన్నిబట్టి వర్ణించవచ్చును. ఈ సూత్రమువల్ల కదిలేవస్తువుయొక్క ద్రవ్య రాశిని దాని త్వరణముతో గుణించినలబ్ధాన్ని, దానిమీద పనిచేసే బాహిరశక్తులతో సంబంధించవచ్చు. వాతావరణానికి పీడనక్షేత్రమూ, రాపిడి లాగుడూ అన్నవి బాహిరశక్తులు. కనుక పీడనక్షేత్రము ఇంత అని తెలిపి, రాపిడి లాగుడుశక్తి యొక్క ప్రమాణముతెలిస్తే వాయుచలనాన్ని మనము తీర్మానించగలుగుతాము.

ఈ సమస్యని లెక్కవేయడము, భూమికి సాపేక్షంగా నిశ్చయింపబడి భూమితో పాటు తిరిగే అక్షములను ఉపయోగిస్తే, సులభతరమవుంది. అయితే న్యూటను రెండోగతిసూత్రము చెప్పే ద్రవ్యరాశీత్వరణాల లబ్ధమూ, బాహిరశక్తి సము చ్చయమూ సమానమనే విషయము తిరగనిసంస్థకే వర్తిస్తుంది. పద్దెనిమిదో శతా బ్దపు మధ్యకాలంలో గస్టవ్ కొరియోలిస్ ఒక అనుకూలత కనుక్కున్నాడు. భ్రమ ణముచేసే సంస్థలయినాసరే, ఆ భ్రమణమువల్ల ఏర్పడే అదనపుశక్తిని ప్రవేశ పెట్టితే న్యూటను రెండోగతి సూత్రాన్నే ఉపయోగించవచ్చునని నిరూపించా డాయన. ఆ అదనపుశక్తికి అది ఉన్నదని నిరూపించిన మేధావి గౌరవార్థము 'కొరియోలిస్ శక్తి' అని పేరుపెట్టారు. మూలతః అది కాల్పనికశక్తి. భూభ్రమ ణమువల్ల లెక్క వేసుకోవలసి వస్తుంది దానిని.

కొరియోలిస్ శక్తియొక్క చిత్రమైనధర్మము ఏమంటే అది సదాగమించే వస్తువు దారికి లంబంగానే వర్తిస్తుంది. కనుక అది కర్మ చేయనే చేయదు. కదిలే వస్తువు బలాన్ని ఏవిధంగానూ మార్చదు. ఉత్తరార్ధగోళములో ఈ కొరియోలిస్ శక్తి కదిలేవస్తువుని కుడివైపు మళ్ళించడానికి యత్నిస్తుంది. దక్షిణార్ధగోళములో ఎడమవైపుకి మళ్ళించ యత్నిస్తుంది.

భూమిమీద ఏ చోటనైనాసరే కొరియోలిస్శక్తి, ఒకటి గాలిదిగ్వేగము, రెండు భూభ్రమణపు కోణీయవేగానికి రెట్టింపూ ($7 \cdot 29 \times 10^{-5}$, సెకనుకి), మూడు ఆ ప్రదేశపు లాటిట్యూడు కోణానికి 'జ్య' (సైన్) అన్నవాటిని గుణించిన లబ్ధము.

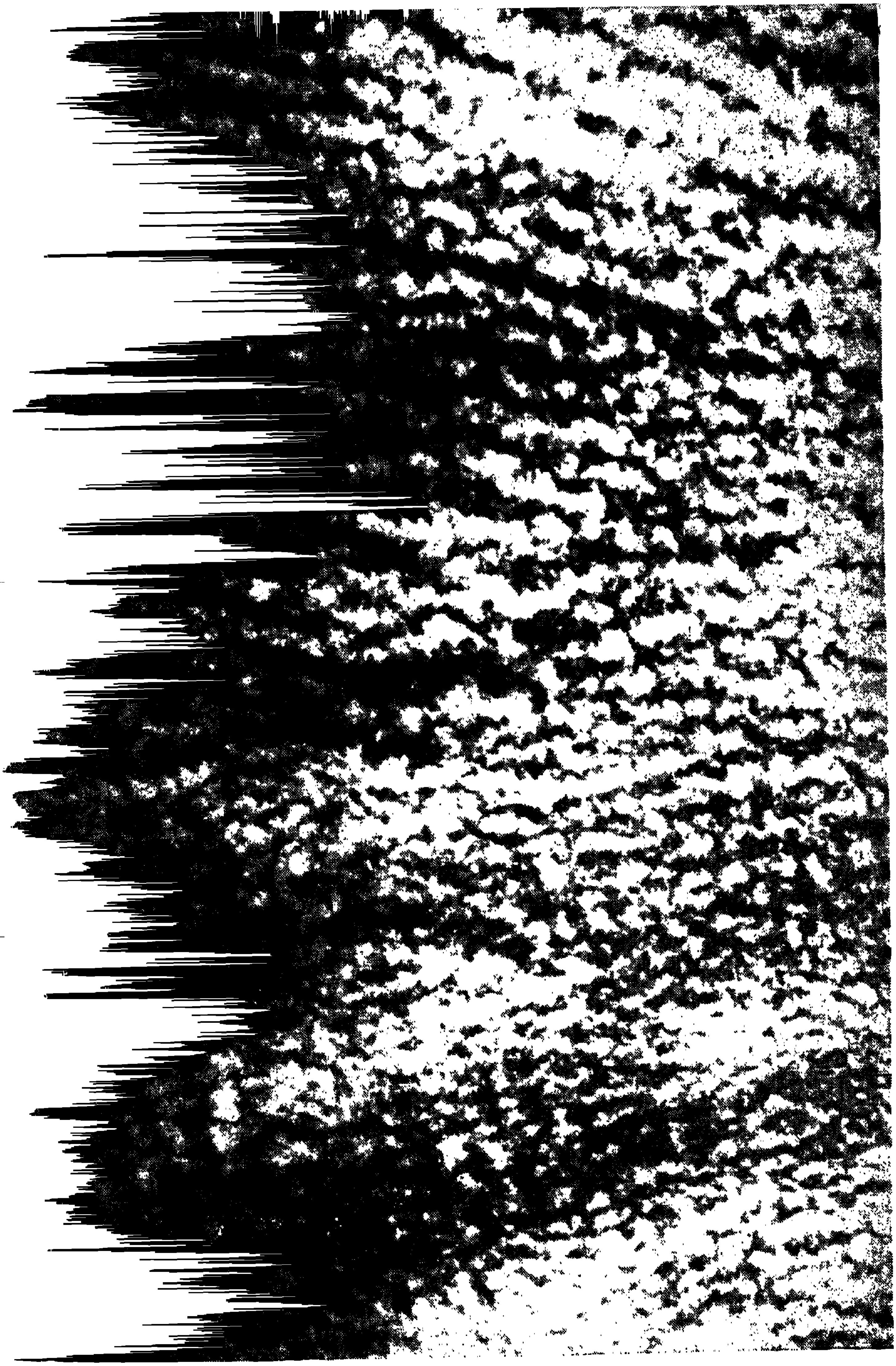
మధ్య లాటిట్యూడులలో కొరియోలిస్శక్తి హెచ్చుగా ఉంటుంది. 30° ఉ. కి ఉత్తరాన్న గాలిచలనము చాలామటుకు కొరియోలిస్ శక్తికీ పీడనభేదాలవల్ల ఏర్పడే



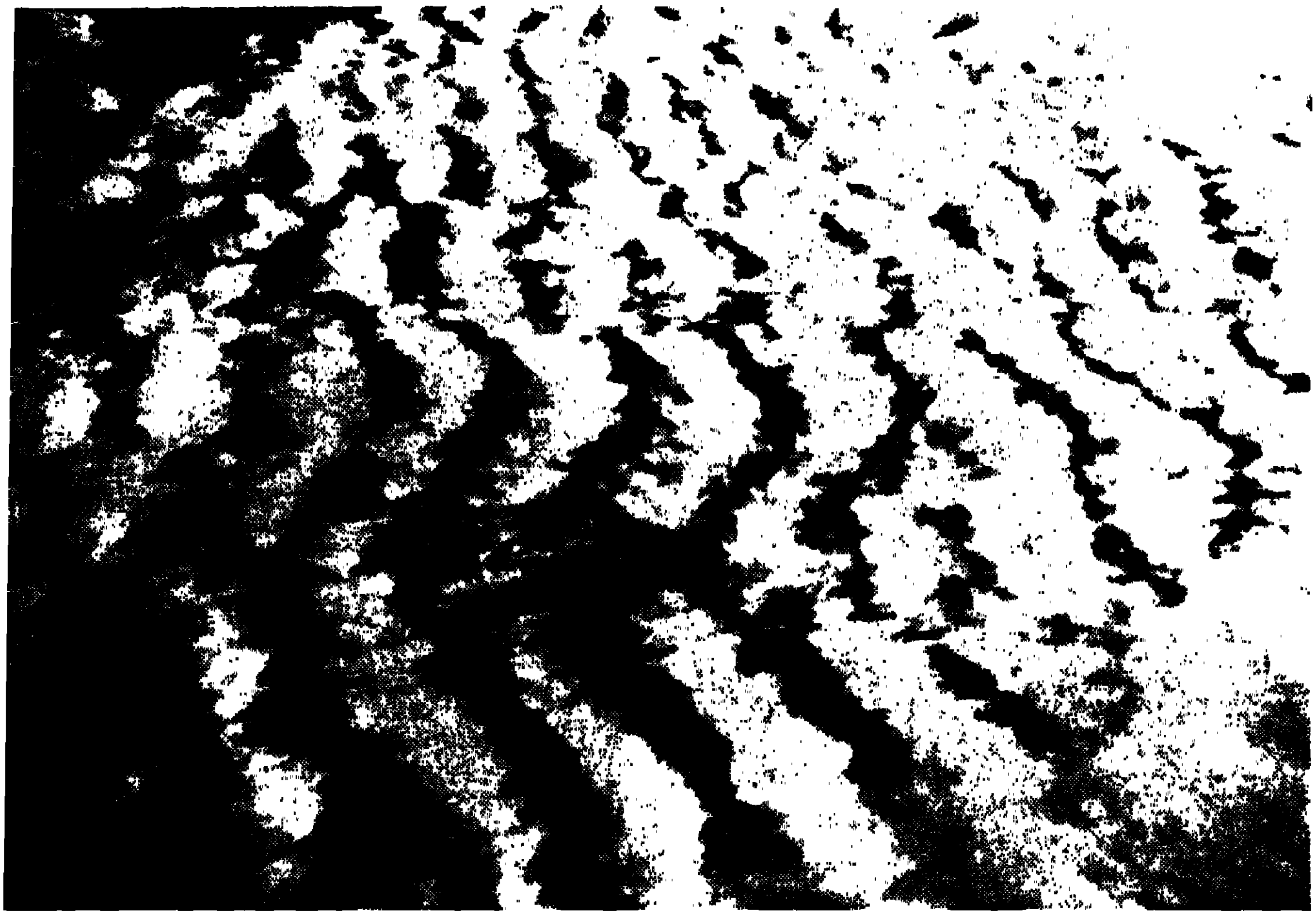
చిత్రము 1.   తుఫానును కనుక్కొనే రాడారు యంత్రపు ఏంటెన్నా.



చిత్రము 2. బెలూనులను అనుసరించడానికి రేడియో థియోడలైటు.

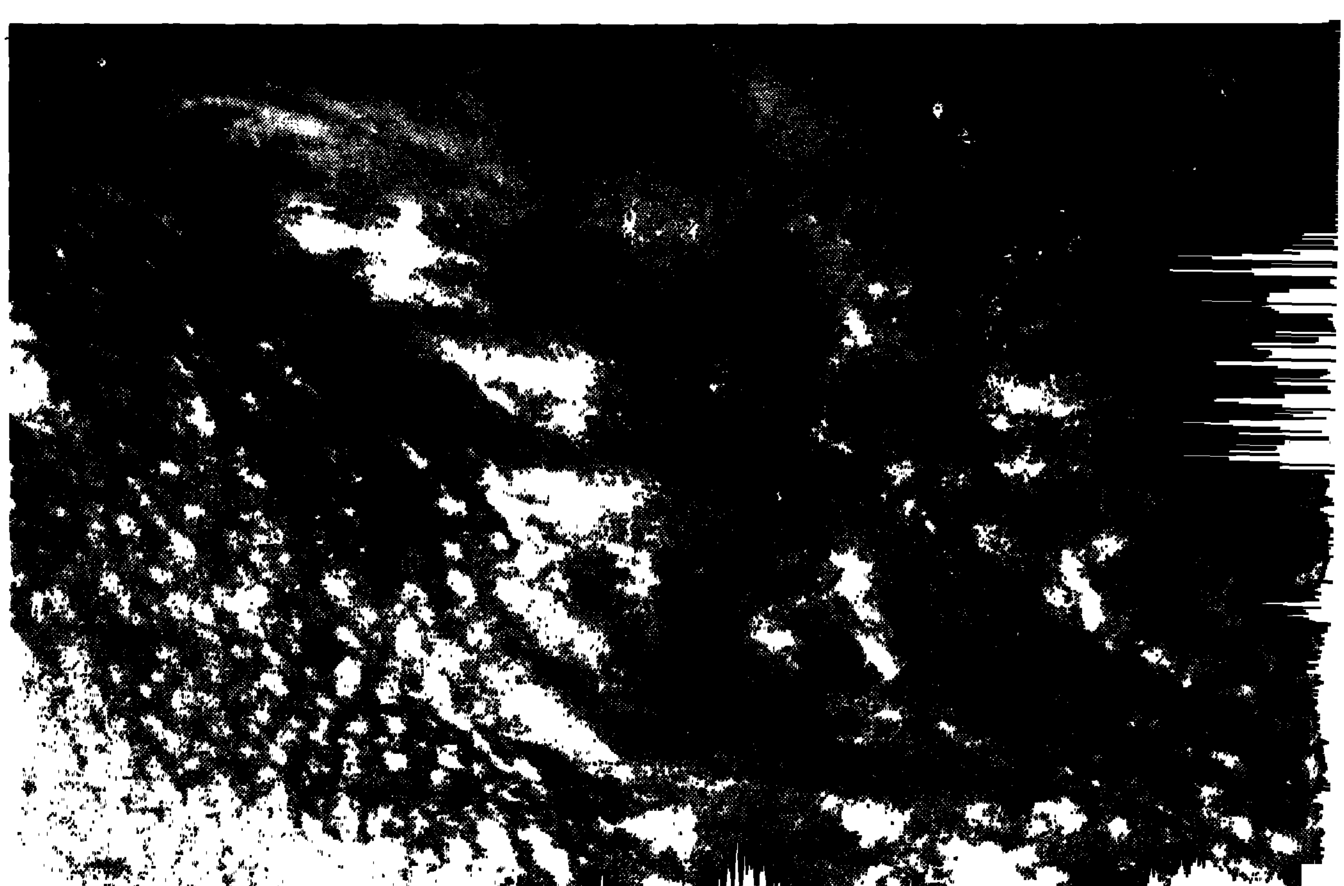


చిత్రము 3. మేకరల్ విన్యాసపు నడిమి మేఘాలు.



చిత్రము 4. సమాంతర వరుసలలో నడిమి (ఆల్టోక్యూములస్) మేఘాలు.

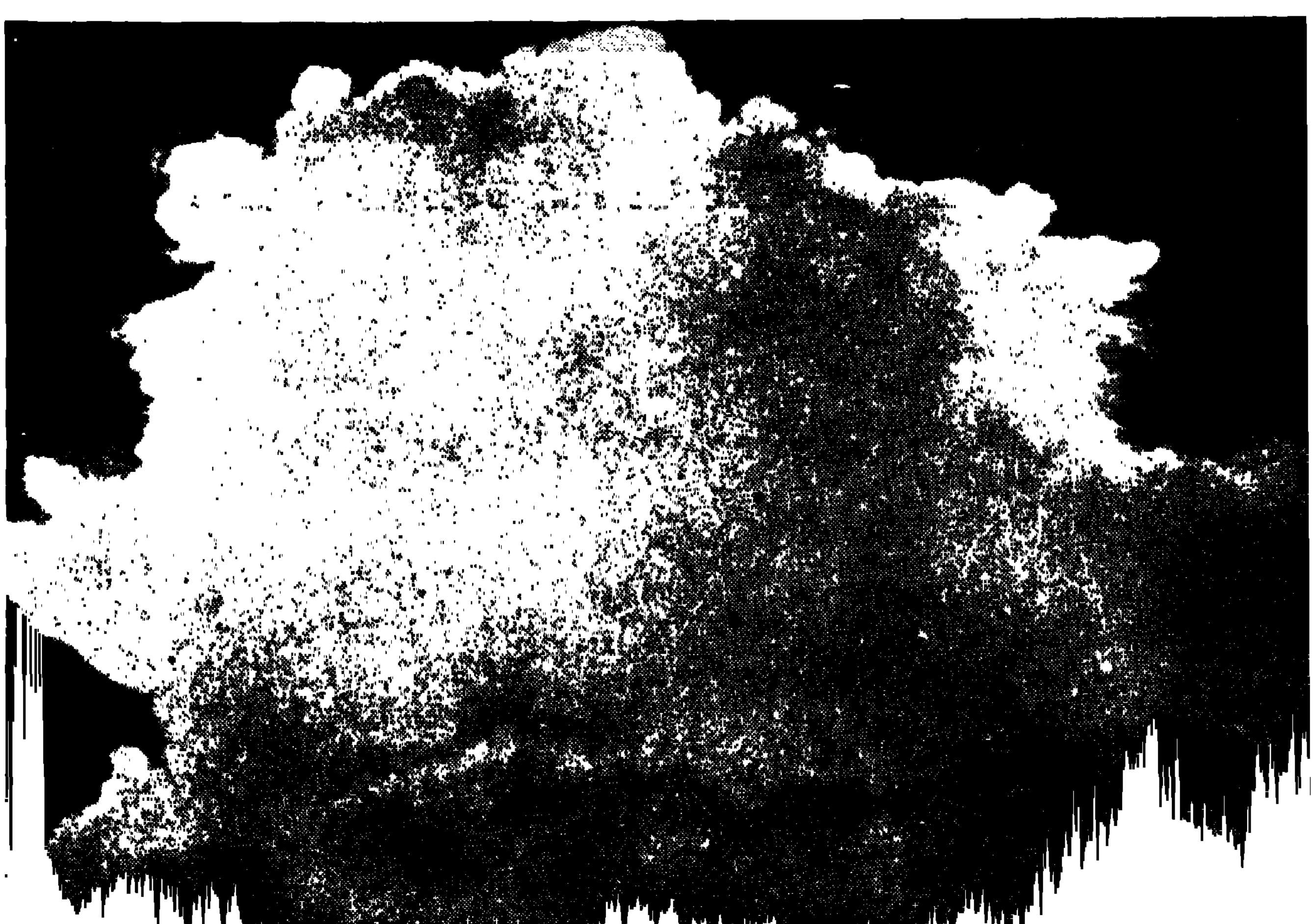
చిత్రము 5. నడిమి మేఘాలూ, ఉన్నత మేఘాలూ.

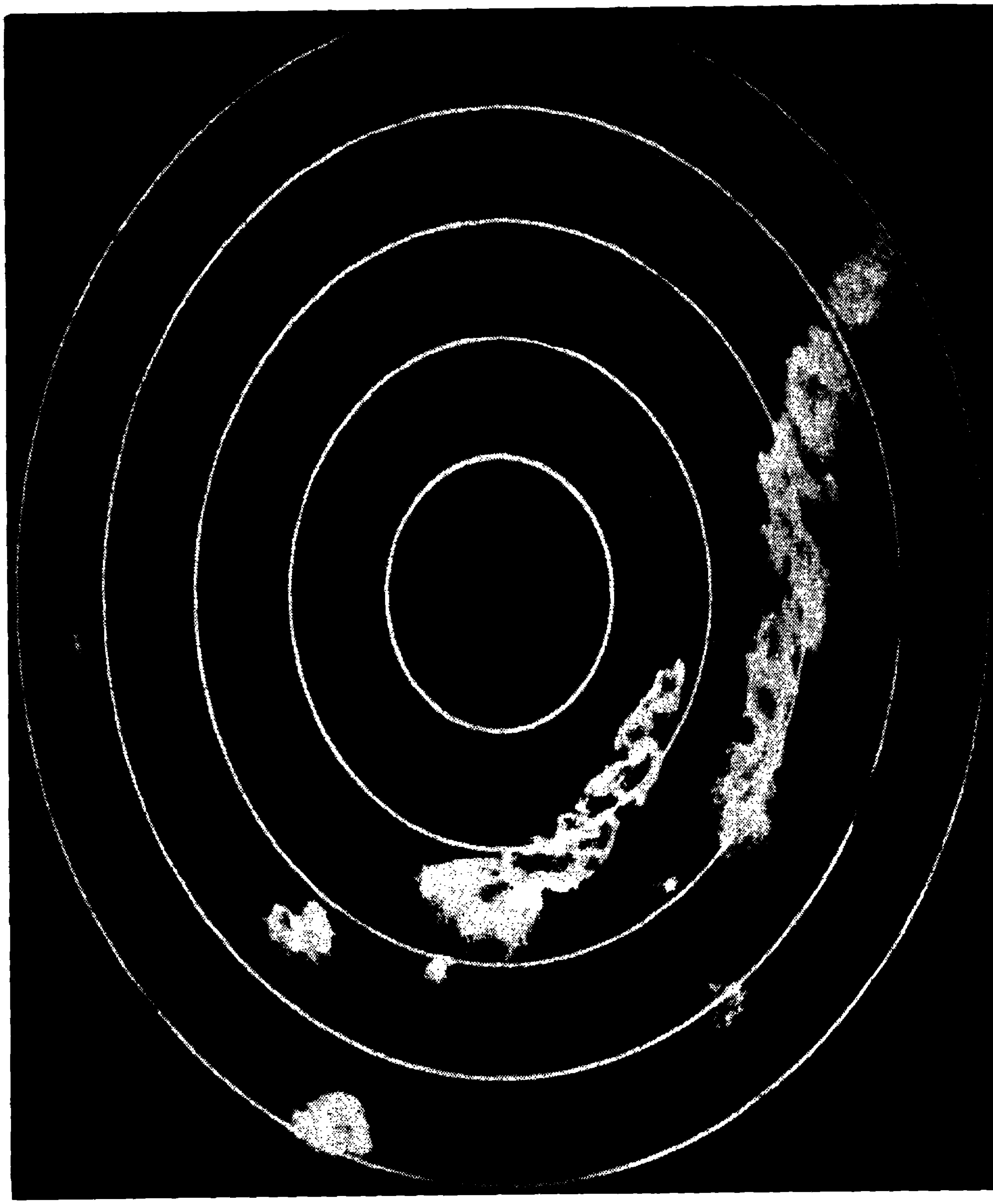




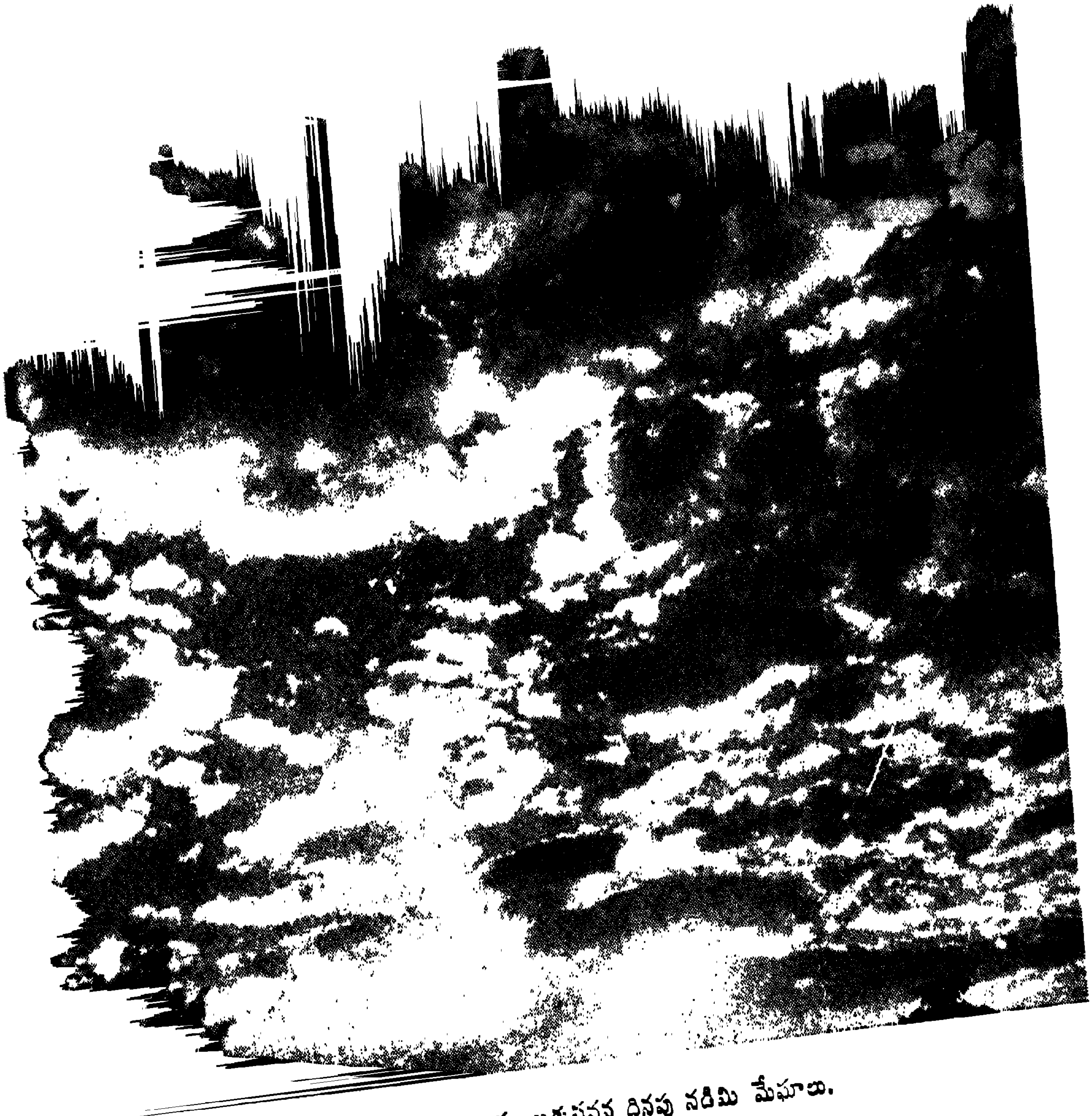
చిత్రము 6. ఉన్నత మేఘాలు—సిరస్.

చిత్రము 7. ఏర్పడుతూన్న క్యూములోనింబస్.

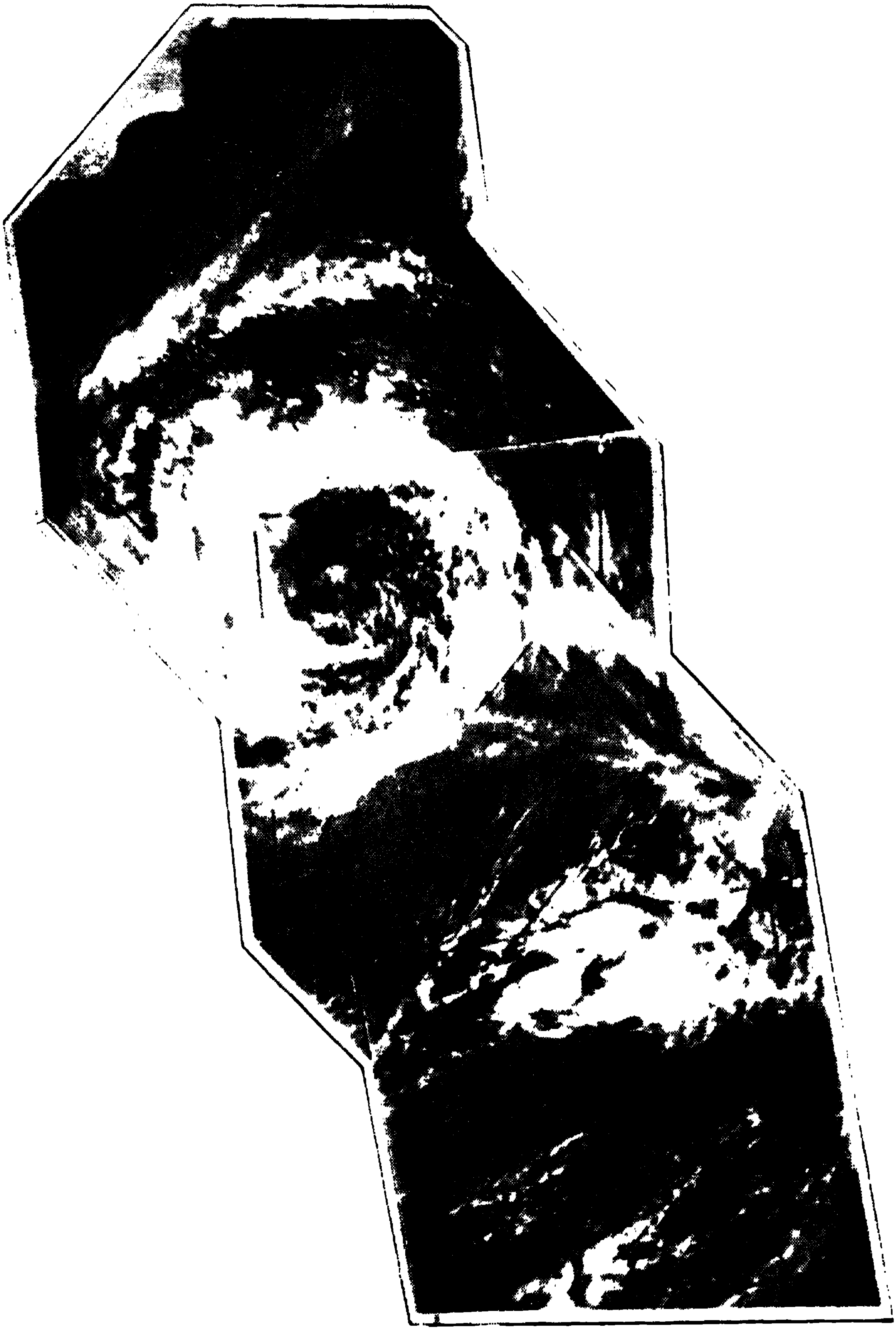




చిత్రము ౮.   రాడారు తెరమీద కనపడే ఆగామి తుఫాను మేఘాలు.



చిత్రము 9. ఒక ఋతుపవన దినపు నడిమి మేఘాలు.



చిత్రము 10. ఉపగ్రహము తీసిన అరేబియా సముద్రపు తుపాను దృశ్యము.

శక్తికీ తగవులాటలో మధ్యవర్తిఫలితమే. వాతావరణ విజ్ఞానవాఙ్మయంలో దీనివి భూభ్రామిక గమనము అంటారు.

దిగువ లాటిట్యూడులకు వచ్చే కొద్దీ లాటిట్యూడుకోణ 'జ్య' జోరుగా తగ్గిపోతుంది. కనుక కొరియోలిస్‌శక్తి పెత్తనము కనబడదు. భూభ్రామికవర్తన ప్రాబల్యము లేకపోవడముతో ఉష్ణమండల వాతావరణ విజ్ఞానులగణితము కష్టమే అయిపోతుంది. ఎందుచేతనంటే, ఇక వారు ఆధారపడవలసినది పీడనభేదానికీ గాలి చలనానికీ వున్న సరళసంబంధమే. భూమధ్యరేఖాప్రాంతాలలో - అక్కడే ఋతుపవన జననము అని అనుకుంటున్నాము కూడాను - పీడనభేదాలకూ, విసిరేగాలులకూ పద్ధతిబద్ధమైన సంబంధమే కానరాదు.

4·2 ఋతుపవనము, పెద్ద ఎత్తు సంవహనచలనము:

ఉదాహరణకి రాపిడిని మినహాయిస్తే ఋతుపవనమును నడిపే ముఖ్యశక్తి భూఖండానికీ సముద్రానికీ గల పీడనపువాలుమాత్రము. ఇదివరకే మనము తెలుసుకున్నట్లుగా ఈ వాలు, విభేద ఉష్ణీకరణమువల్ల సదా కలుగుతున్న ఉష్ణోగ్రతాభేదాల ఫలితము. కనుక పెక్కురు సిద్ధాంతవాదులదృష్టిలో ఋతుపవన సౌరశక్తి ప్రవేశమువల్ల జనించిన ఒకరకపు సంవహనగమనము.

ఋతుపవనసంచారమునకు సంబంధించిన తొలిగణితపు గణనములలో నలభైయేళ్ల క్రితము జెఫ్రీస్[8] చేసినది ఒకటి. అతడు పైకిపోయినకొద్దీ క్రమంగా తగ్గేవిశ్చల వాతావరణమును ఊహించి అంచనా ప్రారంభించాడు. దానిమీద బలమైన ఉష్ణోగ్రతాభేదమును ఆరోపించుకుని, ఈరీతి కలతవల్ల వాయుసంచలనము ఏరీతిగా ఉంటుందో తెలుసుకోవడానికి యత్నించాడు. ఆ లెక్కల వింతఫలితము ఏమిటంటే, 2·1 కి. మీ.ల ఎత్తున గాలి విసరడము తిరగబడుతుంది అన్నది. ఇది మనము గమనించిన ఋతుపవన పరిసంచరణానికి సరిపోతున్నది. దిగువమట్టాలలోని గాలులు పశ్చిమముఖంగా ఉండడము, 6 కి. మీ. ల ఎత్తున అవి తూర్పుముఖంగా ఉండడము చూశాము మనము. జెఫ్రీస్ చెప్పిన ఎత్తుకంటె చాలా పైన వాయుచలన దిక్ ఉత్క్రమణము జరుగుతున్నమాట నిజమే. కాని గణితముచేసి గాలి తిరగబడుతోంది అన్నది నిరూపించగలగడము చెప్పుకోవలసిన సాధన.

జెఫ్రీస్ తన లెక్కలో చాలా హద్దుగలనియమాలు చేసుకున్నారు. అవి వాస్తవానికి భిన్నములని మనకి తెలుసు. మాటకి అతని నియమాలలో ఒకటి, ఒక గాలి స్తంభానికిగాని ఉష్ణము చేరిస్తే అది పక్కలకు విస్తరించదు అనేది. అలాటిదే ఇంకొకటి, పీడనపుమార్పులు ఉష్ణోగ్రతామార్పులు పరస్పరము ఆధారపడి ఉండవు అని. ఈ బంధాలు ఉన్నప్పటికీ అతనికృషి, ఋతుపవనసమస్యని దానికి అర్హమైన గణితపుహద్దులలో పెట్టే తొలి పరమార్థప్రయత్నము.

దురదృష్టమేమిటంటే పెద్ద ఎత్తున జరిగే సంవహనమును గణితము చేయ యత్నించినప్పుడు చిక్కులసమీకరణాలు సిద్ధమవుతాయి. ఎన్నోరకాల సంఖ్యా గణనాలు చేస్తేగాని, ఈ సమీకరణాలు విశ్లేషమైన సమాధానాలు ఇవ్వవు. ఆధునిక ఎలక్ట్రానిక్ కాంప్యూటర్లు రావడముతో ఈకష్టము కొంత తీరడము మన అదృష్టం. ఈ కంప్యూటర్లు లక్షలాది అంకగణితాంశాల్ని నమ్మడానికి వీలులేని కొద్దిసేపటిలో చేసేస్తాయి. కనుక వీటిసాయముతో ఋతుపవనమును అర్థము చేసుకో యత్నించే మనకృషిలో త్వరితకాలంలోనే పురోభివృద్ధి జరగవచ్చు.

ముఖ్యసమస్యలు రెండురకాలు: మొదట మనము తక్కువ లాటిట్యూడులలో భూభ్రామ్యగమనముయొక్క లోపాన్ని దాటుకోవాలి. తరువాత విభేద ఉష్ణకరణమునుగురించి ఇంకా తెలుసుకోవాలి. విశాలసముద్రముఖముమీద సూర్యదీప్తితుల ఏరీతిగా వర్తించునో అన్నది బహుకొద్ది అవలోకనాల మూలాన్నే మనం గ్రహించవలసియున్నది. ఈ దీప్తి సర్దుబాటునుగురించిన పరిమాణాత్మక కొలతలు మన ఋతుపవనవిజ్ఞానాన్ని పెంచాలి. మన ఈ చిక్కుల నతిక్రమించడానికి వాతావరణ విజ్ఞానులు అవలోకన, గణిత, తంత్రాలను పెంచుతున్న సూచనలైతే ఉన్నవి.

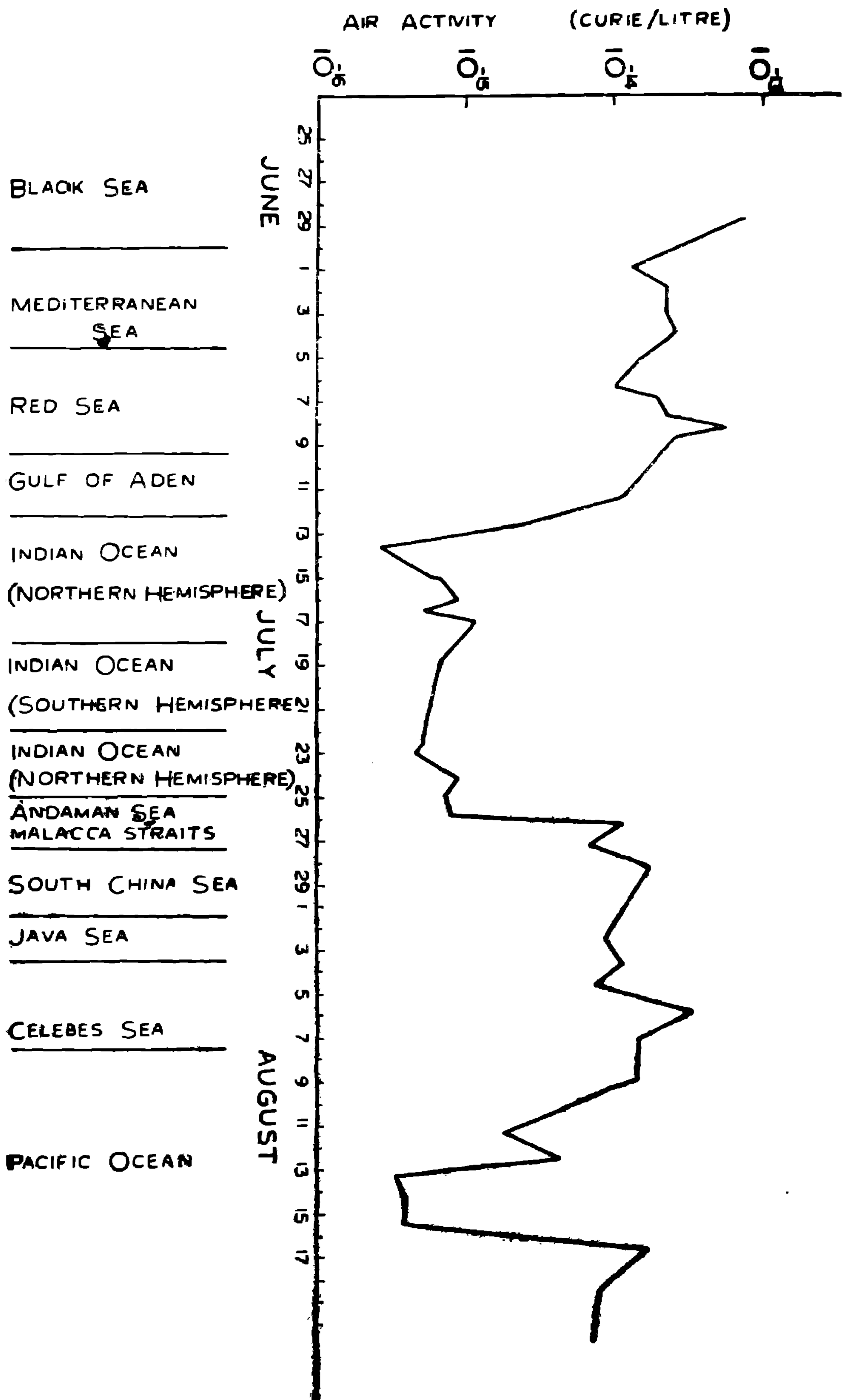
ఈ సందర్భములో, ఇటీవలజరిగిన పరిశోధనలఫలితంగా ఋతుపవన పరిసంచరణాంశములను కొన్నిటిని పర్యుత్పత్తిచేయడానికి వీలయినదని చెప్పడము అవసరము. పరిమిత ఉష్ణరాశియే అందుతున్నదన్న ఊహతో లెక్కలువేస్తే ఋతుపవన కవళికలు కొన్ని భౌతికతర్కములో, అవి కనబడుతూన్నవిధంగానే ఉంటున్నవి. గాలివాటు ఉపరితర మట్టములలో తిరగబడడము, కొన్నిప్రదేశాలలో ఋతుపవనసంచారము ఆరోహ, అవరోహగమనముగా ఉండడము అన్నవి.

ఇక్కడ ప్రత్యేకంగా చెప్పాలి. హవాయి [7] విశ్వవిద్యాలయములో చేసిన సిద్ధాంతిక ప్రయోగాలలో ఋతుపవనవాయువుల సంచారమార్గాలు గణితరీత్యా నిర్మించడము సాధ్యమైంది. సిద్ధాంతఫలితాలకూ అవలోకనాలకూ కనబడిన సాన్నిహిత్యము చాలా ప్రోత్సాహకరంగానే పొడసూపింది. ఇంకొక వాతావరణ వైజ్ఞానికసంఘము, గణితపునమూను నిర్మించారు ఋతుపవనానికి. దానిలో వారు కొరియోలిస్ శక్తిని స్థిరమైనదానివిగా కాక భూమధ్యరేఖా ప్రాంతాలలో కూడా లాటిట్యూడుతో మారే దానివిగానే ప్రవేశపెట్టారు. ఇలాటి నమూనా, తక్కువ లాటిట్యూడులలో భూభ్రామ్యప్రభావము తెలియకపోవడమువల్ల పుట్టేసమస్యల్ని అతిక్రమించడానికి మనకు సహాయపడుతుంది. ప్రపంచమంతటా వేరువేరుచోట్ల ఈ మార్గాలలో తీక్ష్ణమైన పరిశోధన జరుగుతున్నది. రానున్న కొద్దిసంవత్సరాలలో ఋతుపవనమును అర్థము చేసుకోవడములో చాలా అభివృద్ధి సాధించబడుతుంది.

4·3 ఋతుపవనమూలమును గురించిన క్షేత్రప్రయోగములు :

వాతావరణ సంచరణిమును శోధించుటకని ఈమధ్య ముఖ్యమైన తంత్రమొకటి వృద్ధిచేశారు. భారీ ఎత్తున జరిగే వాయుసంచారాన్ని రేడియో తీవ్ర అను రేఖక పదార్థాలతో అనుసరించడము. ఋతుపవనపరిశోధనకు సంబంధించినంతవరకూ ఇది రేడాను, థోరాను, వాటిక్షీణతవల్ల ఏర్పడే మూలకాన్ని కొలవడముగానే ఉన్నది. రేడాను థోరాను నేల పైపొరలనుంచి ఉచ్ఛ్వాసరూపంగా ప్రవేశమవుతున్నవి. ఇవి రేడియో తీవ్రమూలకాలు యురేనియము థోరియమూల నిరంతర రేడియో తీవ్ర క్షీణతవల్ల తయారవుతున్నవి. ఈ రేడియోతీవ్ర అను రేఖనాలు కొద్దికాలమే జీవముతో ఉంటాయికాని రేడాను థోరానుల పుట్టినగడ్డ భూఖండమే. సముద్రతలమునుంచి రాగల రేడాను నేలనుంచి రాగలదానికంటె రెండువర్గముల ప్రమాణము తక్కువ. కనుక గాలులలోని రేడాను అవి భూమిమీదివా సముద్రము మీదివా అన్నసంగతి తెలుపగలదు. హెచ్చు రేడాను భూ మూలమును తక్కువ రేడాను సముద్రమూలమును సూచిస్తాయి.

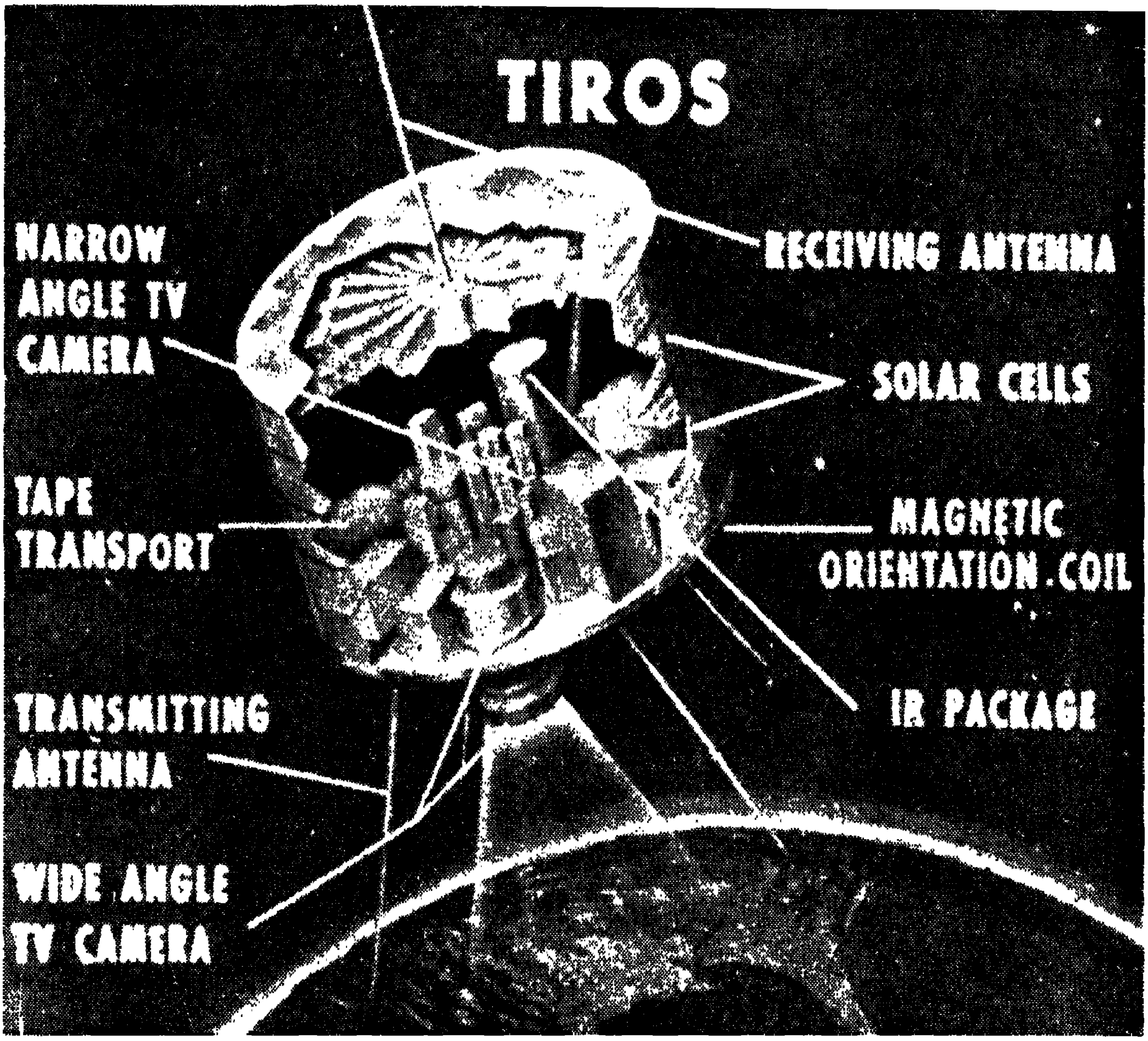
ఈసందర్భములో సోవియటు పరిశోధకనౌక యు. యం. షోకల్‌స్కీ [12] రికార్డుచేసిన అవలోకనాలు చాలా చిత్రంగా ఉంటాయి. ఈ ఓడ 1960 వ సం॥ జ్యూలై లో ఒడెస్సానుంచి వ్లాడివాస్టక్ రేవుచేసిన సబురులో చాలా వైజ్ఞానిక అవ



పటము 4.1 గాలిలోని రేడాను ప్రమాణపుమార్పు (పిలెన్‌స్కీ ప్రకారము)



చిత్రము 11. హిందూమహాసముద్రముమీది మేఘవిన్యాసము—జూన్ 1966 లో. (ప్రొఫెసర్ ఆర్. ఎ. బ్రైసన్ సౌజన్యముతో)



చిత్రము 12. వాతావరణ ఉపగ్రహము నమూనా.

లోకనాల్ని చేర్చింది. 4·1 పటములో ఈ పరిశోధన నౌక చేసిన రేడాను పరిమాణ అవలోకనాలు సూచించినాము.

ఈ అవలోకనాల సూచన ఎర్రసముద్రముకడ, ఇటూ అటూ భూఖండా లుండ డమువల్ల కూడిన రేడాను ఆధిక్యము గమనించదగినది. ఓడ హిందూమహాసము ద్రములోనికి పోయానకొద్దీ, ముఖ్యంగా భూమధ్య రేఖమీద, రేడాను పరిమాణము తగ్గింది.

భూమీ సముద్రమూ రేడాను వాయువును ఉచ్ఛ్వసించే రేటులోనిభేదాన్ని ఉప యోగించి ఒక పరిశోధకసంఘము[11] ఋతుపవన వాయువుమొత్తము భూమిమీద నుంచే-అరేబియా మధ్యప్రాచ్యాలమీదది కావచ్చునన్నారు. డా. రామనూ ఆయన సహాధ్యాయులూ అరేబియాసముద్రమూ హిందూమహాసముద్రమూ మీద గాలిలో రేడాను పాళ్లుకొలిచి కనుక్కున్నారు.

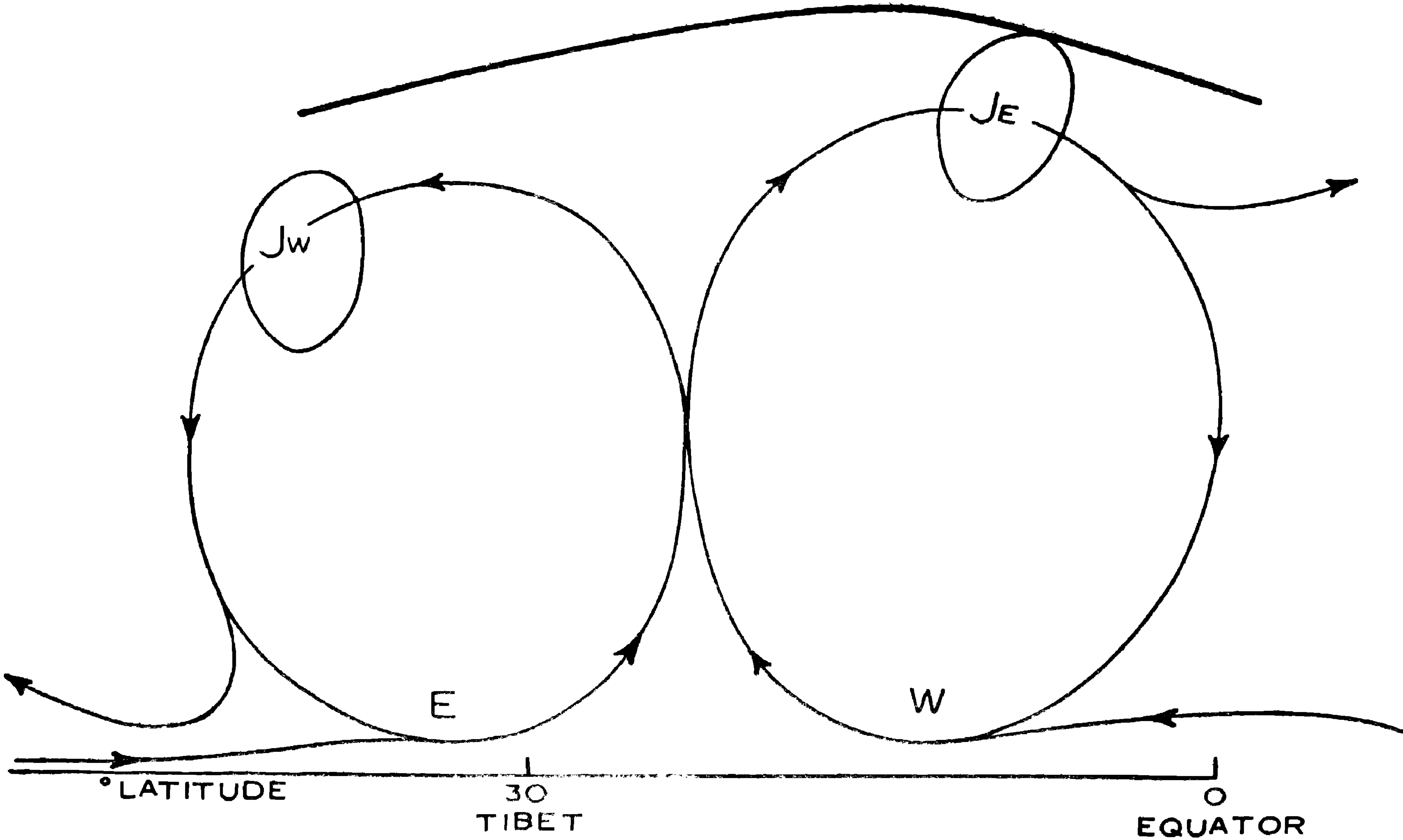
ఋతుపవన నెలలలో భూమధ్యరేఖకి కొద్దిడిగ్రీలు దక్షిణానికి ఆగ్నేయవ్యాపార పవనాలు ప్రదేశములో చాలా తక్కువరేడాను పాళ్లు చూశారు వాళ్ళు. అయితే అరేబియాసముద్రముమీద తరుచు పదిరెట్లు ఉండేవి. భూమధ్యరేఖకి కొద్ది డిగ్రీలు ఉత్తరమువరకు నీటిమీదినుంచిమాత్రమే వచ్చే రేడాను ప్రమాణాలు కనబడినా, తరువాత స్పష్టంగా ఎక్కువే అయాయి.

అయితే, అరేబియాసముద్రముమీద రేడాను కొలతలుమట్టుకు చాలా తక్కువే. వీటినిమాత్రము పట్టుకుని ఋతుపవనగాలులను గుర్తిద్దామనుకుంటే కష్టమే అవు తుంది. ఇంకా విస్తృతమైన కొలతలు చాలా చెయ్యాలి. ఋతుపవనగాలి భూ ఖండముమీదదే అయి హెచ్చురేడాను పాళ్ళతోఉంటే, అది అరేబియాసముద్రము మీదనుంచి ప్రయాణించేటప్పుడు కావలిసిన నీటిఆవిరిని సమకూర్చుకోగలదు అన్నారు. ఈవిషయము పరిశీలించేటప్పుదే హిందూమహాసముద్రముమీద విడిచిన వాతావరణపు రాకెట్లవల్ల అనేక ఇతరవిషయాలు తెలిసివచ్చాయని నొక్కి చెప్ప డము యుక్తము.

గతశతాబ్దిలో యంత్రనిర్మాణ నైపుణ్యమూ, వైజ్ఞానికబుద్ధీ సాధించిన పరమా ద్భుతము వాతావరణ ఉపగ్రహము. దానిలో మనిషి ఉండడు. భూమిచుట్టూ ఒక

కక్ష్యలో తిరుగుతుంది. భూమి దాన్నిలాగే బరువు. వర్తులాకారగమనాన్ని భగ్నము చేయ వర్తించే కేంద్రాపసారిశక్తి సమముకావడముతో భూమికి సమమూరములోనే తిరుగుతుంది. చంద్రగ్రహము భూమికి రెండువందల నలభై వేలమైళ్ళలోఉండగా ఈ ఉపగ్రహాలు భూమికి చాలా దగ్గరగానే సుమారు 1200 కి. మీటర్లు (750 మైళ్లు)లో తిరుగుతాయి. ఇంతమాత్రందూరాన ఉండడముకో ఉపగ్రహానికి మనకు పనికివచ్చే ఆయువు చాలా నెలలుదాకా ఉంటుంది. ఉపగ్రహములోని సాధనాలు భూమివైపుచూసే కన్ను అన్నమాట. కన్ను అన్నది నిర్ణీతకాలాలలో ఫొటోలు తీసే టెలివిజను కెమెరాయే. ఈ బొమ్మల్ని ఎలక్ట్రానిక్ యంత్రాలు సంగ్రహించి నేలకి ప్రసారము చేయగా, రేడియోసాధనాలు గ్రహించి తర్జుమా చేస్తాయి. ఇటీవలి వాతావరణశోధక ఉపగ్రహాలు దానంతట అదే బొమ్మలు ప్రచారముచేసే A P T పద్ధతిని ప్రవేశపెట్టేయి. దీనిలోని సరళమైన ఏరియలూ రేడియో సెట్టూ నేలమీది రేఖాలేఖలయంత్రంతో జోడించినవి ఉంటాయి. సుమారు వేయిమైళ్ళ మేరలోని బొమ్మలు ఉపగ్రహము ప్రసారముచేసినవి-వాతావరణసూచన చేసేవారు అందుకుంటారు. ఉపగ్రహాలు పంపిన మేఘచిత్రాలసాయంతో మనదేశముచుట్టూ ఉన్న సముద్రాలలోని తుపానులను మనము గుర్తించగలుగుతున్నాము. ఈనాడు బంగాళాఖాతములోని కలత మొట్టమొదట ఉపగ్రహమువల్లనే తెలుస్తున్నది.

ఋతుపవన వాయు పరిసంచరణదృష్ట్యా యునైటెడ్ స్టేట్సు వాతావరణ బ్యూరోవారు కూర్చిన మేఘచిత్రము చెప్పదగినది. ప్రతిదినమూ రికార్డుచేసిన మేఘచిత్రాలనుంచి సంవత్సరపు ప్రతినెలకీ సగటు మ్యాపులు నిర్మించారు. హిందూమహాసముద్రముమీద విశాలభాగాలకు నెలవారీ సగటు సంచారములు సూచిస్తున్నాయి ఆ పటాలు. ఒక జ్యూన్ నెలలోని మేఘచిత్రాలు 11 వ ప్లేటులో చూపినాము. ఈ బొమ్మను విస్కాన్‌సిను విశ్వవిద్యాలయపు ప్రొఫెసరు రీడ్. ఎ. బ్రైసనుగారు దయతో ఇచ్చారు. మనకు భూమధ్యరేఖకు దక్షిణంగా 80° తూర్పు మిరిడియను (ఉత్తరదక్షిణరేఖ) వెంబడినిఉన్న మేఘాలు ముఖ్యము. ఈ మేఘాలే గాని తేమతోనిండిన మేఘాలదారిని సూచిస్తున్నట్లయితే ఋతుపవనమూలము భూమధ్యరేఖకు దక్షిణాన్న సుమారు 10° ద. దగ్గర ఉండాలి. ఈ మేఘచిత్రాలు ఋతుపవన భారతదేశాన్ని చేరుతున్నకొద్దీ. ఏడెన్ సింధుశాఖా. అరేబియాలవైపు



పటము 4.2 ఋతుపవన ఉష్ణీయ ఇంజను (కోటీశ్వరము అంచనాప్రకారము) జెతూ, జెప అన్నవి పూర్వముఖ పశ్చిమముఖములు

వించి ఇంకొక ప్రవాహము వచ్చి దానికి చేరుతున్నదనీ సూచిస్తున్నాయి. ఇంత వరకూచేసిన రేడాను కొలతలు అరేబియానుంచి వచ్చే ప్రవాహాన్నే ఎక్కువ సూచిస్తూ ఋతుపవనమూలానికి చెందనివి కావచ్చును.

4·4 ఋతుపవన ఉష్ణీయ ఇంజను :

ఒకవాదము, ఋతుపవన బలతంత్రాన్నిగురించినది, దాని మూలకారణము టిబెట్ పీఠభూమిమీద ఉష్ణతాఫలితము అని అంటున్నది. టిబెట్ పీఠభూమి ఒక మోస్తరుగా కోడిగుడ్డు ఆకారంలో ఉన్నది. ప్రత్యేక పర్వతపంక్తులు 6 మొదలు 8 కిలోమీటర్ల ఎత్తువరకూ ఉన్నప్పటికీ సగటు ఎత్తు 4 కి. మీ. ఈ ప్రాంతపు వాయువునుగురించిన సాక్ష్యము. ప్రక్క ప్రదేశాలకంటె దీనిమీద వాయువు 2-3° సెం. ఎక్కువగావున్నట్లు సూచిస్తున్నది. టిబెట్ పీఠభూమి వాతావరణానికి వేడిమి ఇస్తుంది కనక, ఈ ప్రాంతంలో గాలికి ఊర్ధ్వగమనాన్నీ ఇస్తుందంటారు డా. పి. కోటీశ్వరము ప్రొఫెసరు హెచ్. ఫ్లాసూ. ఆరోహణంలో గాలి దక్షిణము వైపు విస్తరిస్తూ క్రమంగా హిందూమహాసముద్రపు భూమధ్యరేఖాప్రాంతాలకు దిగుతుందిట. ఈ దశలో, అవరోహివాయువు భూభ్రమణమువల్ల కుడివైపు మళ్ళించబడి నైఋతివైపునుంచి, తిరుగుప్రవాహముగా మనదేశాన్ని చేరవస్తుందిట. హిందూమహాసముద్రముమీద ఉత్తర దిక్ప్రయాణంలో ఇది తడిని సంగ్రహిస్తుందట. ఈ తంత్రము పటము 4·2 లో చూపబడినది.

ఋతుపవన కవళిక నొకదానిని ఈ వాదము విశదము చేస్తుంది. ఇదివరకు మనదేశపు వేసవి ఋతుపవనరాకతో పశ్చిమముఖమైన అల్ప ఉష్ణమండలాలమీద (ఉత్తరభారతము మీది) షట్ప్రవాహము (ఉత్తరానికి జరిగి) అదృశ్యమవుతుందని చెప్పుకున్నాము. ఋతుపవనము భారతదేశాన్ని చేరడము ప్రారంభించగానే పశ్చిమముఖ జెట్ ఉత్తరానికి జరిగి టిబెట్ పీఠభూమికి ఉత్తరంగా విసురుతుంది. సుమారు ఆ సమయానికే దక్షిణభారతముమీద తూర్పువైపునుంచి ఇంకొక జెట్ కనపడుతుంది. ఋతుపవనము మనదేశముమీదకు వచ్చినకాలములో టిబెట్ పీఠభూమిపైన తూర్పువైపువీచే వాయుప్రవాహపు దక్షిణశాఖకి ఆ వేగము పెరుగుతుంది అంటున్నారు. టిబెట్ నుంచి చీలిన ఈ (దక్షిణముఖ) ప్రవాహము దక్షిణ భారతముమీద తూర్పుముఖవాయువుకి బలము కూర్చడముతో తూర్పువైపు వీచే

జెట్ ఏర్పడడానికి కారణము దొరుకుతున్నది. ఋతుపవనప్రవేశముతో తూర్పు ముఖ జెట్ ఏర్పడుతుంది అన్నది సరిగ్గా సరిపోతున్నది.

అయితే, ఈ వాదము రెండుప్రశ్నలమీద ఆధారపడుతున్నదని గుర్తుంచుకోవాలి.

(i) భారతీయ ఋతుపవనమును టిబెట్ పీఠభూమిమీది ఉష్ణము ప్రబోధిస్తున్నదా?

(ii) హిందూమహాసముద్రముమీద భూమధ్యప్రాంతాలలో పవనాల అవరోహి గమనము కనపడుతున్నదా?

దురదృష్టవశాత్తు అవలోకనవస్తువు చాలినంత లేకపోవడమువల్ల ఈ ప్రశ్నలలో దేనికిగాని తీర్మానానికి సాయపడే జవాబులు ఇవ్వడము కష్టము. టిబెట్‌లో ఉపరితర వాయువులనుగురించి తెలిసినది చాలా తక్కువ; వాటి ఉష్ణతాతులనమును గురించి పద్ధతిగా అధ్యయనము జరగలేదు.

వాతావరణంలో లంబ (అవరోహి) గమనమున్నప్రదేశాల్ని కనుక్కోవడానికి కూడా ఇలాటికష్టమే ఉన్నది. భూగ్రహముమీద వాయుసంచారాన్ని మొత్తంగా తీసుకుంటే దాని ఆరోహణవేగముగాని, అవరోహి వేగముగాని సెకనుకి కొన్ని సెంటీమీటర్ల ప్రమాణములోనే ఉంటుంది. దీనిని కొలిచి పట్టుకోవడానికి ఇది బొత్తిగా చిన్నది. అవలోకనాలు ఉన్న గాలులు ఆధారంగా, లంబంగా కిందకి ఆవి దిగేవేగాన్ని లెక్కకట్టవలెనంటే, ఒక నాట్‌లోని భిన్నాంకముదాకా నిర్దుష్టత ఉండాలి. ఆ ఉపరితరవాయువుల వేగపు కొలతలలో, ఈరీతి కచ్చితపుకొలతలు తీసే సంస్థలు వలలాగ ఏర్పాటు చెయ్యడానికి అయేఖర్చు అపరిమితమై పోతుంది. కనుక ఉపరితరవాయువుల అవరోహణగమన మున్నదని తీర్మానించడము చాలా కష్టము. వాతావరణవిజ్ఞానులు గాలిపైకి ఎక్కే వేగాన్నీ, దిగే వేగాన్నీ తీర్మానించే తంత్రాలయితే కొన్ని ఉన్నాయిగాని, వాటిలో ఏదీ పూర్తిగా తృప్తికరముకాదు. విశ్వసనీయములయిన ఉపరితర వాయు అవలోకనాలే అన్నిపద్ధతులకు ఆధారాలు. ఈ అవలోకనాలు భూమధ్యప్రాంతాలకు లేకపోవడము దురదృష్టము. కనుక, పై వాదములోని నిజాన్ని పరీక్షించడానికి చాలినంత అవలోకితవస్తువు ప్రస్తుతానికి లేదు.

4·5 అంతర్జాతీయ హిందూమహాసముద్ర సంశోధనయాత్ర (అం. హిం. స. యా)

ఇటీవల జరిగిన అంతర్జాతీయ హిందూమహాసముద్రయాత్రలో సమకూడిన వస్తువు ఋతుపవన సంచారాన్నిగురించి విపులమైన అవలోకనాలిచ్చింది. ఈ అంతర్జాతీయ ప్రజతనములోని వాతావరణకార్యక్రమము 1963 వ సం॥ లో బొంబాయిలో ప్రారంభించబడింది. తొలి రెండుసంవత్సరాలలో హిందూ మహాసముద్రపు వేర్వేరుభాగాలకు పరిశీలనావిహారాలు చేశారు అనేకమార్లు విమానాలమీద. వాటిలో పరిశోధనాసాధనాలు అమర్చారు. సేకరించిన మొత్తపువస్తువు అన్వయించడానికి ప్రయత్నిస్తున్నారిప్పుడు. కానీ అనేక తొలిఫలితాలు ఎన్నోదేశాలనుంచివచ్చిన వైజ్ఞానికుల జూలై 1965 లో సభలలో చెప్పటం జరిగింది. ఈ సభాకార్యక్రమము ఇప్పుడు ప్రచురించబడింది. దానిలోని పరిశోధనావ్యాసాల తాంత్రిక తబిశీళ్ళు చెప్పడము ఈ పుస్తకము ఉద్దేశ్యముకాదు గాని, కొద్ది ముఖ్యవిషయాలు అంతర్జాతీయ హిందూ మహాసముద్ర పరిశోధనాయాత్రలో వెలుగు చూచినవి - ఇక్కడ చెప్పుకుందాము.

వైమానికుల అవలోకనాలు[1], 65° తూ. లాంగిట్యూడుకి పశ్చిమాన్న ఋతుపవన ప్రవాహపులోతు చాలా తక్కువే అంటున్నవి. ఈ ప్రాంతాలలో దానిలోతు 1·5 కి. మీ. మాత్రమే. తరువాత 65° తూ. నుంచి తూర్పుకు పోయినకొద్దీ ఋతుపవన గాలులలోతు గభీమని 6 కి. మీ. లకు లేస్తుంది. మనదేశపు తీరానికి దగ్గరగా. కనుక 65° తూ. రేఖవెంబడిని ఋతుపవన గాలులతడీ, ఇతరగుణాలలో తెంపు ఉన్నదీ అన్నారు. ఇలాంటి తెంపు ఋతుపవనము ఇతరశాఖలో-అంటే బంగాళాఖాతము శాఖలో కనబడలేదనడము గమనార్హము. బంగాళాఖాతముమీద అవలోకనాలు ఋతుపవనలోతు పొడుగునీ 6 కి. మీ. లుగా చూపుతున్నాము.

65° తూ. రేఖవెంబడి ఈ తెంపు ఎందువల్లవచ్చినదో ప్రస్తుతము తెలియదు. 65° తూ. పశ్చిమాన ఉన్నవి రెండు వాయుమండలాలని [10] అంటున్నారు. తగ్గుమట్టాలలో ఉన్న తడిగాలి, ఋతుపవనానిది ఒకటి. ఎత్తుమట్టాలలో పొడిగానూ వెచ్చగానూ ఉండేగాలి - అరేబియాదో ఈశాన్య ఆఫ్రికాదో కావచ్చు - ఆ పొరవున్నది. ఉపరితర వాయు ఉష్ణోగ్రతలపార్శ్వము ఈ రెండు వాయుమండలాలకూ నడిమి ఉష్ణోగ్రతా పరివర్తనమండలాన్ని చూపుతున్నాయి. వీటిలో ఉష్ణోగ్రత తగ్గే 'అలనత్వపురేటు' గభీమని తగ్గుతుంది. తరుచు ఈరేటు వ్యత్యస్తమై ఉష్ణోగ్రత

పైకి వెళ్ళినకొద్దీ ఎక్కువకావడము ఉన్నది. వాతావరణవిజ్ఞానులు అలాటిపొరవి 'వ్యుత్క్రమణము'—అలసత్వపురేటులో పరివర్తనము అంటారు.

ఋతుపవనముయొక్క లోతు ఇంతత్వరగా ఎక్కువకావడము అది మన దేశపు పశ్చిమతీరములోని పర్వతపంక్తికి తగలడమువల్లనే అన్నారు.[4] పశ్చిమం నుంచో నైఋతిమూలనుంచో చేరవచ్చినప్పుడు ఋతుపవనగాలి పశ్చిమకనుమల్ని ఎక్కవలసిన అవసరమున్నది. తీరము పొడుగంతటా ఉత్తరమునుంచి దక్షిణానికి సాగే అడ్డంకి ఇది. ఈ అడ్డంకి తీర్పు, తడిగానూ భూమికి కొద్ది ఎత్తువరకేనూ ఉండే ఋతుపవనగాలిని గభీమని ఆరు కిలోమీటర్ల ఎత్తుకి లేపేస్తుంది. అయితే, ఇక్కడ ఒకప్రశ్న ఉదయిస్తుంది. ఈ అడ్డంకి పశ్చిమానికి ఎంతవరకూ తన ప్రభావమును చూపగలదూ అని? 65° తూ. దగ్గరిగాలి ఇంకా పశ్చిమకనుమల ప్రభావము అనుభవిస్తుందా? పరిమాణాత్మక పరిశోధనచేస్తే ఈసమస్య చిత్ర విచిత్రఫలితా లివ్వగలదు.

ఇంకొక సూచన ఏమిటంటే [10] 65° తూ. రేఖకి పశ్చిమాన కనబడ్డ వ్యుత్క్రమణము కిందికి గాలి దిగే గమనానికి ఫలమే అని. భూమికి సమాంతరంగా చాలాదూరం దాకావున్న గాలి పైకి ఎక్కినా దిగినా అలసత్వపు రేటులో ముఖ్యమైనమార్పులు రావడము మనము ఎరిగినదే. ఇలాగ జరగడానికి కారణము వివరించడము సులువే. పెద్దఎత్తున గాలి దిగిందీ అంటే లంబంగా పొడుగునీ కుంచించుకున్నదన్నమాటే. తక్కువ పీడనమున్న ఎత్తునుంచి హెచ్చు పీడనమున్న లోతులకి దిగడము కాదూ మరి! లంబదిశలో ఆ కుంచనమంటే వెచ్చ బడడము అలసత్వపురేటు తగ్గడమూను. గభీమని గాలి దిగినసందర్భాలలో అల సత్వపురేటు తగ్గుదలఅంటే లంబదిశలోని ఉష్ణపువాలు తిరగబడడము కావచ్చు. కనుక 65° తూ. వెంబడి 'వ్యుత్క్రమణము' గాలి అవరోహణమువల్ల వచ్చి నదే అయితే, పశ్చిమ పాకిస్థానులోని నగ మెడారిభూములు, అరేబియా, పెద్ద ఎత్తున గాలి దిగేప్రాంతాలు కావాలి.

ఇలాటి పెద్దయెత్తు అవరోహణాలు పరిమాణాత్మకముగా కొలిచి పట్టుకోవడము చాలాకష్టమని ఇంతకుముందు చెప్పుకున్నాము. కాని పని సులువుచేసే ఊహలు ఉపయోగిస్తే కొన్ని అర్థవంతములైన గణనలు చేయవీలున్నది. ఈరీతి లెక్కలు[2]

కొన్ని భారతదేశంలో సగటు ఋతుపవన పరిస్థితులకు చేశారు. ఈ లెక్కలు వాయవ్యభారతములోనూ పశ్చిమ పాకిస్థానులోనూ గాలి దిగుతున్నట్టు సూచించడము ఆశ్చర్యకరము. ఈ లెక్కల్ని శీతోష్ణతాస్థితి మార్పుగురించి చెప్పబోయే ముందు అధ్యాయములో తెలుసుకుంటాముగానీ, వాటిసూచన, అర్ధ ఎడారులయిన రాజస్థానమూ, పశ్చిమ పాకిస్థానమూ, అరేబియాలలో పెద్దయెత్తున గాలి దిగుతున్నదనే.

అయితే, భారతదేశాన్ని చేరవచ్చే ఋతుపవన గాలుల లక్షణాలు ఇంకా పరిశోధన చేయబడుతూనే ఉన్నాయనిచెప్పడము న్యాయము. 65° తూ. వెంబడి కనబడ్డ వ్యుత్క్రమణాన్ని, అవరోహి వాయుకల్పితముగా చూడడమునకు అనుకూలించని పంథావారూ ఉన్నారు. గాలిమండలములోని ఖాళీవల్ల రావాలిగాని ఆ వ్యుత్క్రమణము వాయువు దిగడమువల్ల కాదని అంటారు వారు.

చాలినంత అవలోకనవస్తువు లేదు మరి నిష్కర్షగా ఈ ప్రశ్నకు జవాబు చెప్పడానికి. అయితే ఈ ప్రశ్నకి జవాబు కేవలము తర్కప్రధానమే కాదు. అది ఇంకొక చిత్రమైనవిషయాన్ని సూచిస్తుంది.

వ్యుత్క్రమణము గాలి అవరోహణమువల్లనే అయితే, దాన్ని బలహీనము చేసే, లేదా కొంత నశింపజేయగల పరిస్థితులు కల్పించగలమా ? అని ఎవరైనా ప్రశ్నించవచ్చు. నేలమీద మొక్కలు ధారాళంగావేస్తే గాలి దిగేచోటులలో ఆరోహణగమనానికి అనుకూలపరిస్థితులు ఏర్పడతాయి. వ్యుత్క్రమణము - రాజస్థానముమీదిదే నందాము - గాలి దిగడమువల్లనా, గాలిలో ఖాళీవల్లనా అన్నది కాదు ముఖ్యము. గాలిలోని ఖాళీవల్లనే అయితే దాన్ని నివారించడము సులువే అవాలి. ఏమంటే, అప్పుడు గాలి దళసరి అంతటా అవరోహణయే ఉన్నది అని అనుకోనక్కరలేదు. ఋతుపవనమును మార్చేటందుకు చేయవలసినప్రయోగాలు చాలా క్లిష్టతరమైనవి. రాబోవు అధ్యాయములో దీనిని వివరంగా చర్చిద్దాము.

అధ్యాయము 5

ఋతుపవన-శక్తినేపథ్యము

ఋతుపవన ఆవిర్భావాన్ని సరిగ్గా అర్థము చేసుకోవడానికి ముఖ్యమైన కవళికలు రెండు ఉన్నాయి. మొదటిది, ఋతుపవన నెలలలోను దానికిపూర్వపు నెలలలోను వాతావరణపు ఉష్ణసమీకరణము. వాయవ్యభారతములో హెచ్చు ఉష్ణోగ్రతగల ప్రదేశము ఎలా ఏర్పడుతుందో మనము తెలుసుకోవాలి; ఎందుచేతనంటే ఈ విషయానికి హీనపీడనప్రదేశానికీ సంబంధమున్నది. రెండోది, ఋతుపవన వాయువులతో శక్తి నీటిఆవిరీ ఆయా చోటులకు అందే తంత్రాలు తెలుసుకోవడానికి పరిమాణాత్మకపు కొలతలు. ఈ కవళికలను పద్ధతిగా అధ్యయనము చెయ్యడానికి, ఈ నడుమ సాధ్యమైన మన ఉపరితర వాయుమండల విజ్ఞానవికాసమే కారణము. ఈ అధ్యాయములో ఋతుపవన పరిసంచరణమును గురించి తెలిపే కొత్త అవలోకనవస్తువునుగురించి తెలుసుకుందాము. వాయుమండల ఉష్ణసమీకరణాన్ని మొదట పరిశీలిద్దాము.

5·2 భూమిమీద ఉష్ణసమీకరణము

అన్ని వాయుమండల సంచారాలకు కావలిసినశక్తి సూర్యుడినుంచే లభ్యమవుతుంది. భూమిని చుట్టివున్న వాయుమండలపు అంచులలో సగటున ఒక చదరపు సెంటిమీటరుమీద పడే సూర్యదీప్తి నిముషానికి 1·94 కెలోరీలు. భూమికి వాయుమండలమన్నదే లేక, తనమీదపడే సూర్యదీప్తిని పూర్తిగా పీల్చుకుంటూనేవుంటే భూమి ఉష్ణత బహుశః -28 సెం. (245° కేవల) డిగ్రీలు. అయితే భూమి వాతావరణములోనుండి ప్రసరించే సూర్యదీప్తి అనేక క్లిష్టమైన పరిణామాలు పొందుతుంది. ఆ కారణాలవల్ల భూమి ఉపరిభాగముమీద ఉండే ఉష్ణత 245°కే. కంటె ఎక్కువతేడాగా వుంటుంది. ఈ మార్పులస్వభావాన్ని అర్థము చేసుకోవాలంటే సూర్యదీప్తి స్వభావాన్నిగురించి మరికొంత తెలుసుకోవాలి.

[సూర్యరశ్మిని పట్టకంలోంచి పంపితే అది ఏడురంగులచిత్రముగా పడుతుంది. ఎరుపుకి ఇటూ నీలలోహితానికి అటుకూడా సూర్యదీప్తి విస్తరించే వుంటుంది కాని కంటికి తెలీదు. ఈ వర్ణచిత్రములో ఏ చోటునేనా ('ఎరుపులో ఫలానిదగ్గర' అంటూ) దాని రంగువల్ల కాక అక్కడ పడే వెలుతురుయొక్క తరంగాయతివల్ల

సూచిస్తారు] సూర్యరశ్మిశక్తియొక్క రచనను దాని వర్ణచిత్రములోని అక్కడక్కడి దీప్తియొక్క తరంగాయతిగానే నిర్దేశించడము సులువు. భౌతికవిజ్ఞానులు దీప్తియొక్క తరంగాయతిని ఈ క్రిందిప్రమాణాలలో దేనిలోనో దానిలో కొలుస్తారు.

1 మైక్రాను (μ) = 10^{-4} సెం. మీ.

1 మిల్లీమైక్రాను ($\mu\mu$) = 10^{-6} సెం. మీ.

1 ఏంగ్‌స్ట్రామ్ (A) = 10^{-8} సెం. మీ.

ప్రకృతిలోని దీప్తియొక్క తరంగాయతులు చాలా విశాలవిభేదాలతో ఉన్నాయి. 0·40 నుండి 0·75 మైక్రానులవరకూఉన్న దీప్తియే సూర్యరశ్మివర్ణచిత్రపు దృశ్యమానభాగము. ఈ మేరలోపడే దీప్తిఅంతా కంటికి కనపడే వెలుతురే. వేర్వేరు రంగులకు చెందిన తరంగాయతులు ఈ దిగువపట్టికలో చూపబడినవి.

పథకము 5·1

వేర్వేరు రంగుల వెలుతురుయొక్క తరంగాయతులు

రంగు	తరంగాయతి (మైక్రానులలో)	రంగు	తరంగాయతి (మైక్రానులలో)
నీలలోహిత	.430	లేత ఆకుపచ్చ	.560
ముదురునీలము	.470	పసుపుపచ్చ	.580
లేతనీలము	.495	నారింజవర్ణము	.600
ఆకుపచ్చ	.530	ఎఱుపు	.640

0·4 మైక్రానులకన్న తక్కువ తరంగాయతులమేరను అతి నీలలోహిత ప్రదేశము అని అంటారు. అలాగే 0·75 మైక్రానులకన్న పొడవైన తరంగాయతులమేర పరారుణప్రదేశము అంటారు. ఇవి కంటికి కానరావు. కనుక ఈ ప్రదేశములో పడే దీప్తిని 'దీప్తి' అనక 'వికిరణము' అందాము.

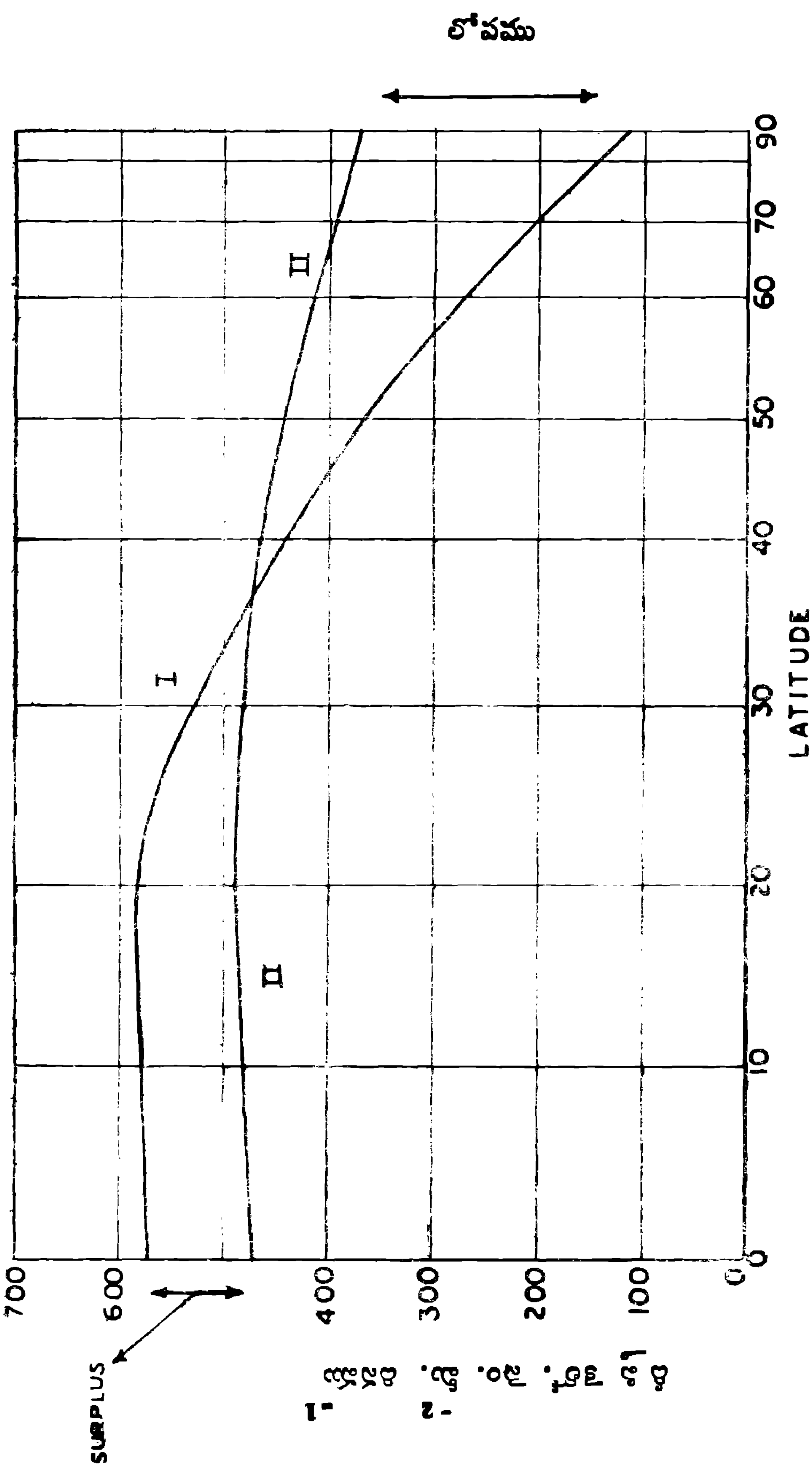
దాదాపు 99 శాతముల సూర్యదీప్తి 0·15 నుండి 4·0 మైక్రానుల తరంగాయతిమేరలో ఉన్నది. ఈ తరంగాయతులమేరను వాతావరణశాస్త్రజ్ఞులు సూర్యరశ్మి తరంగాయతులు అని అంటారు. సూర్యరశ్మి మొత్తంలో వేర్వేరు అంచనాల

చొప్పున, 9 శాతములు అతి నీలలోహితములోను, 45 శాతములు కంటికి కనబడే రంగులలోను, 46 శాతములు పరారుణభాగములోను ఉంటాయని అంటారు.

మనకి వచ్చి చేరే సూర్యదీప్తియే కాకుండా భూమీ, వాతావరణమూకూడా దీప్తి ఉత్సర్గము చేస్తాయి. ఈ దీప్తిలో ఎక్కువభాగము 4 మొదలు 80 మైక్రానుల నడిమి పరారుణప్రదేశములోనే వుంటుంది. ఈ దీప్తిని సామాన్యముగా భూమి దీప్తి అని అంటాము. (భూవికిరణము అనీ అనవచ్చును) సూర్యదీప్తికీ భూమి వికిరణానికీ ముఖ్యమైనభేదము వాని తరంగాయతిలోనే. సూర్యదీప్తి 4 మైక్రానులకంటె తక్కువ తరంగాయతులకే పరిమితముకాగా భూమి వికిరణము పూర్తిగా 4 నుండి 80 మైక్రానులవరకూ పరారుణభాగములోనే ఉంటుంది.

వాతావరణములో వికిరణపు సర్దుబాటును నిర్ణయించే ముఖ్యప్రక్రియలు మూడు కలవు. (1) భూమివల్లకానీ మేఘాలవల్లకానీ (అద్దముమీదపడిన వెలుతురులాగ) పరావర్తమైన వికిరణ (లేక దీప్తి) శక్తి (2) వాతావరణములోని వేర్వేరు ఘటకములు (అవయవములు) చూపించిన దీప్తి (3) (వాయు) కణములు చెదిర్చిన (ప్రకీర్ణముచేసిన) అదనపు దీప్తి. దీప్తిని కేవలము పరావర్తమే చేసినప్పుడు దాని శక్తి తరగదనీ, విచూషణములోమాత్రము మూలస్రోతమునుండి వచ్చి చేరే దీప్తిలోనుండి కొంతశక్తిని తీసుకోవడము జరుగుతుందనీ గుర్తించడము అవసరము. వాతావరణములోని ముఖ్యఘటకములు - దీప్తిశక్తిని పీల్చుకునేటివి - నీటి ఆవిరీ, (అంగారామ్ల వాయువు అనే) కార్బన్ డై ఆక్సైడూ, ఓజోను వాయువూను. వీటిలో ప్రతీదీ దీప్తి (శక్తి)ని వేర్వేరు తరంగాయతులనడుమ క్లిష్టమైన తీరులలో చూషిస్తుంది. భూమిమీద దీప్తి సమానకరణమును మనము అర్థము చేసుకోవడములోని కష్టము చాలామటుకు ఈ వాతావరణఘటికములు దీప్తిశక్తిని తోచినట్లు క్లిష్టంగా చూషించడమువల్లనే.

పరావర్తనము విచూషణముకాక వాతావరణ వికిరణాన్ని చోదించేది మూడో ప్రక్రియ చిన్నకణాల ప్రకీర్ణనము. 'ప్రకీర్ణనము' అంటే చిన్నకణాలుచేసే అపక్రమపరావర్తనము అని అనుకోవచ్చు. మీదపడే దీప్తియొక్క తరంగాయతికంటె చిన్నసైజులుగల కణములవల్ల జరిగే ప్రకీర్ణన నియమాలు సువిదితములే. తరంగాయతి చిన్నదైనకొద్దీ ఆ దీప్తి చిన్నసైజు నిరోధకములవల్ల సులభతరంగా చెదర్చ



పటము 5.1. వికిరణాన్ని ఉష్ణ సమానకరణము (హౌటన్)

బడుతుంది. అసలు వికీర్ణమైన దీప్తిశక్తి తరంగాయతియొక్క చతుర్వర్గమునకు విలోమసంబంధములో ఉంటుంది. ఈ నియమము, అస్తమిస్తూన్న సూర్యుడి రంగును విశదీకరిస్తుంది. అప్పుడు సూర్యుడివెలుతురులో చిన్న తరంగాయతులు చాలాభాగము వికీర్ణనమువల్ల లోపించబడతాయి. చొచ్చుకువచ్చే వెలుతురు అందుకనే ఎక్కువ ఎఱ్ఱగా వుంటుంది. ఆ కారణమువల్లనే సూర్యాస్తమయకాలపు ఆకాశము మనకు ఎఱ్ఱగా కనబడుతుంది. వెలుతురు వికీర్ణనఫలితము కొద్దిసంవత్సరములయి, భూమిమీద దీప్తి సమానకరణము దృష్ట్యా పరిశీలనకి లోనయింది. అయితే పెద్దసైజు విరోధాలు, ధూళికణాలవంటివి - చేసే దీప్తివికీర్ణనముమటుకు చాలా క్లిష్టముగా జరుగుతుంది. ఈ ధూళికణాలకొలతలు భారతదేశములో రాజస్థానపు మరుభూములపైన కొన్ని చేశారు. వాటిని తరువాతి అధ్యాయములో చర్చిద్దాము.

స్ట్రాటో పొరలోని ఆక్సిజను ఓజోను చూషించే కొంతభాగాన్ని మినహాయిస్తే భూమిని చుట్టివున్న వాతావరణము చాలామటుకు సూర్యదీప్తికి సుప్రవేశకమే. కాని భూమిని చేరవచ్చే సూర్యదీప్తి వికీర్ణనమువల్లా, పరావర్తనమువల్లా ఎక్కువ నష్టపోతుంది.

భూమివ్యాసార్ధము a అనీ, ఏమీ నష్టపోని సూర్యదీప్తి - భూమి అడ్డుకునేటిది $S \times \pi a^2$ అనీ అందాము. S అన్నది సూర్య దీప్తి ప్రమాణాంకము. ఈ దీప్తి శక్తిగాని సమానముగా భూమిమేర అంతటా పంచితే, ఒకప్రమాణము వైశాల్యముగలమేరకు అందే దీప్తిశక్తి (*E*).

$$E = (S \times \pi a^2) \div 4\pi a^2 = \frac{S}{4}$$

ఇదివరకు చూపినట్లు *S* యొక్క సగటువిలువ 1·94 కెలోరీలు చదరపు సెంటిమీటరుకి, ఒక నిమిషానికి; కనుక *S*/4 అంటే 0·49 కెలోరీలు చదరపు సెం. మీ.కు, నిముషముకు.

ఈశక్తిలో సుమారు 35 శాతములు భూమి వాతావరణమువల్ల, ముఖ్యముగా మేఘములవల్ల పరావర్తమై వెనుకకు మళ్ళిపోతుంది. ఇంకా 15 శాతములు వికీర్ణ

నమువల్ల విచూషణమువల్ల నష్టమౌతుంది. సగటున సూర్యదీప్తి ప్రవాహ అగమ నము చదరపు సెంటిమీటరుకీ నిమిషానికీ 0·25 కెలోరీలు అన్నమాట.

సంవత్సరాలుగడిచినా వాతావరణము క్రమముగా వేడెక్కనూలేదు, చల్లబడనూ లేదు అని అనవచ్చునుగదా? దానిసగటు ఉష్ణోగ్రత ఒకేలాగు ఉంటున్నది. అంటే సుదీర్ఘ కాలసమత్వము నిలవరింపబడుతున్నది. ఈ నిలవరము జరగడానికి భూమీ దాని వాతావరణమూ చేరి మహాకాశములోనికి వికిరణము చేయవలసినశక్తి సూర్య శక్తి దానిలోనికి ప్రవహిస్తూన్న ఆ 0·25 కె. సెం. మీ.^{2} నిమిష$^{-1}$ అంత మాత్రము కావాలి.

ఇది దీప్తియొక్క చిన్న తరంగాయతుల ఇచ్చి పుచ్చికోళ్ళకు సంబంధించి నంతవరకూను. పొడుగు తరంగాయతులసమస్య ఇంత సరళముకాదు. ఇదివరకే చెప్పినట్టుగా అది 4 నుండి 80 మైక్రాన్లప్రాంతమునకు సంబంధించినది. వర్ణ చిత్రపు ఈభాగములో చిన్నచిన్న మేరలలో నీటి ఆవిరీ, కార్బన్ డై ఆక్సైడూ దీప్తిశక్తిని విశేషంగా చూషిస్తాయి.

మేఘాలు ఉండటము ఇంకొక చిక్కు. దిగువమట్టపు నీటిమేఘాలు ఈ దీప్తిని చక్కగా పీల్చేస్తాయి. కనుక మేఘావృతమైన ఆకాశము భూమిమీద పరచిన కంబళీలాటిదన్నమాట. దురదృష్టవశాత్తూ భూమిమీద వేర్వేరుభాగాలలో మేఘాల విస్తృతి ఏరీతిగా వుంటుంది? అన్నది మనకు చాలినంతగా తెలియదు.

ఈ పరిమితులన్నీ ఉన్నప్పటికీ, సింప్సను[18] ఈ సమస్యను తీర్చాలని యత్నించాడు. భూవికిరణపు వర్ణచిత్రాన్ని ఆయన మూడుభాగాలుగా గణించారు. (1) మొదటిది నీటి ఆవిరి ఏమాత్రపు వికిరణాన్నీ చూషించనట్టిభాగము (8·5—11μ). (2) నీటి ఆవిరి వికిరణాన్నంతటినీ చూషించేభాగము (5·5—7μ మాత్రమేకాక 14μ కన్న పెద్ద తరంగాయతులు). (3) ఆ రకమూ ఈ రకమూ సగము సగమున్న తరంగాయతులు. ఈ (3) లో 15 మైక్రానులప్రాంతములో కార్బన్ డై ఆక్సైడు వికిరణాన్ని బాగా పీల్చివేస్తుంది కూడాను. ఇట్లాంటి కల్పనా నమూనాతో లెక్కవేసి, సింప్సను కనుక్కున్నది ఏమిటీ?—భూమి సగ భాగము మేఘావృతమే ననుకుంటే, మన వాతావరణంనుంచి బయటికి వెళ్ళిపోయే సగటు భూ వికిరణము 0·27 కె. సెమీ$^{-2}$ నిమిష$^{-1}$, అని. ఈ అంచనాయొక్క

విశేషము ఏమిటీ అంటే, ఇది సుదీర్ఘ కాలపు సమానకరణానికి కావాలని మనము చూపిన విలవకు చేరువగా ఉండడమే.

సింప్సను చేసినపనివి ఇంకా ఖచ్చితమైన అంచనాలుచేసి, హౌటన్ అనుస రించారు. భూమధ్యరేఖనుండి 35° ఉ. వరకూ భూమికివచ్చే వికిరణముకంటె బయటకుపోయేది తక్కువ అనీ, 35° ఉ. కి ఉత్తరాన బయటికిపోయేది, భూమికి వచ్చేదానికన్న జాస్తి అనిన్నీ ఆయన వెల్లడించారు. కనుక మొత్తంగాచూస్తే దిగువ లాటిట్యూడులనుండి పై లాటిట్యూడులకు (చూ. పటము 5·1) ఉష్ణము రవాణా అవుతున్నదన్నమాట వాతావరణంలోని వాయు—, సముద్రజల—, పరి సంచరణలో. ఈ ఎగుమతిలో ఎంతమాత్రము ఋతుపవన పరిసంచరణలో జరుగు తున్నదో కనుక్కోవడము ఆసక్తికరమైన సమస్య.

దురదృష్టవశాత్తు ఋతుపవనముయొక్క ఉష్ణము బడ్జెటు అధ్యయనముచేసే యత్నాలు బహు కొద్దివి. అంతర్జాతీయ హిందూమహాసముద్ర జ్ఞానయాత్రలో (IIOE) పరిశోధక విమానాల[1] సాయముతో కొంత వస్తువు సంపాదించారు. అరేబియాసముద్రపు పశ్చిమ—, పూర్వ—, భాగాలకు చెందిన తలిశీళ్లు 5·2, 5·3 పథకాలలో సంక్షేపించబడినవి.

ఈ పథకముల 2,3 కాలములు భూభాగము ఉత్సర్గముచేసిన ఉష్ణరాశి అంచ నాలు, గుప్తోష్ణపు జమ చూపిస్తాయి. తరవాతి (4, 5) కాలములు భౌమ్య—, సౌర—, వికిరణముల అంచనాలు.

పథకము 5·2

ఋతుపవన ఉష్ణము బడ్జెటు. 60° తూ. మిరిడియనుకు పశ్చిమంగా (1965 వ సం॥ బంకర్ అంచనాప్రకారం) ప్రమాణము: దినమునకు కెలోరీలు.

పీడనం	అందిన ఉష్ణం	గుప్తోష్ణం	బయటికిపోయే దీర్ఘతరంగా యుతులు	చూషించబడిన చిన్న తరంగా యుతులు	మొత్తం
600 నుండి 700	—13	21	—5	1	4
700 నుండి 850	33	144	—53	20	144
850 నుండి 1000	109	248	—63	36	334
మొత్తం	129	413	—121	57	478

పథకము 5·3

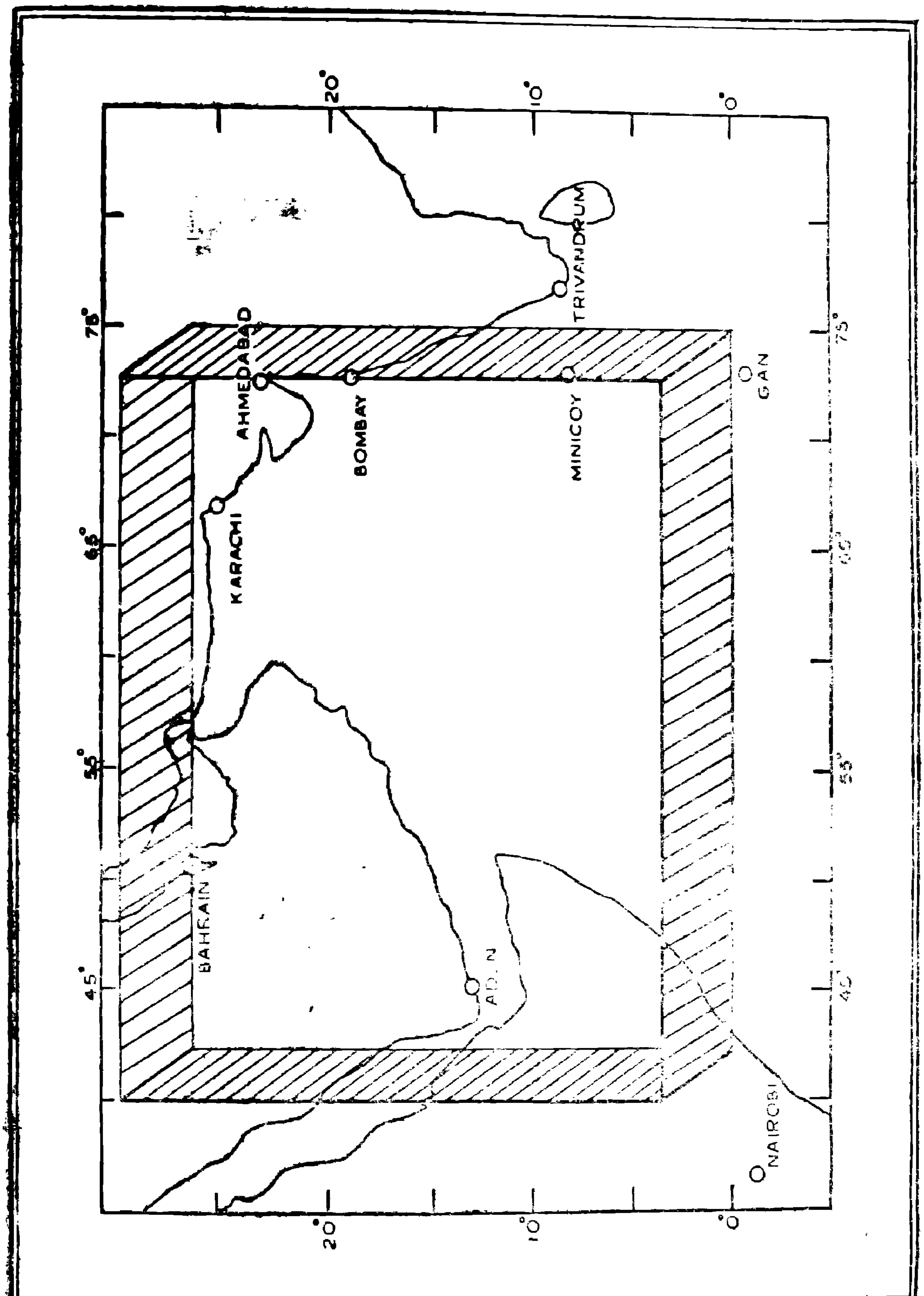
ఋతుపవన ఉష్ణము బడ్జెటు. 60° తూ. మిరిడియనుకు పశ్చిమంగా (1965 వ సం॥ బంకర్ అంచనాప్రకారం) ప్రమాణము: దినమునకు కెలోరీలు.

600 నుండి 700	17	29	—33	12	25
700 నుండి 850	10	46	—45	24	35
850 నుండి 1000	10	167	—47	34	164
మొత్తం	37	242	—125	70	224

5·2, 5·3 పథకములలో చూపిన అంకెలను చదరపు సెంటిమీటరుకి నిముషానికి ఇన్ని కెలోరీలు అన్న ప్రమాణాలలోనికి మార్చితే, అరేబియాసముద్రపు పశ్చిమభాగానికి మొత్తము ఉష్ణరాశి సేకరణ సుమారు 0·33 కె. సెం.$^{-2}$ నిమి$^{-1}$ అవుతుంది. తూర్పువైపు 0·16 కె. సెం$^{-2}$ నిమి$^{-1}$ అవుతుంది. 60° తూ. మిరిడియను పశ్చిమానికి, దాని తూర్పునకంటె ఉష్ణరాశికూర్పు రెండు రెట్లుంటున్నది.

పథకాల్ని రెండింటినీపోల్చితే అందిన ఉష్ణం (2వ కాలము) అరేబియా సముద్రపు పశ్చిమభాగంలో, తూర్పుభాగానికి అందినదానికంటె చాలా ఎక్కువ అని తెలుస్తుంది. సముద్రభాగములో ఎక్కువ ఉష్ణము పీల్చబడడముతో, పశ్చిమ భాగముమీద వాయువు తూర్పువైపుగాలికంటె చల్లగాను పొడిగాను ఉన్నట్లు సూచన వస్తుంది.

అయితే మొత్తపు ఉష్ణనష్టము - భూవికిరణమువల్ల కలిగేది - ఎత్తుతో ఉన్న పంపకము తేడాగానే ఉన్నప్పటికీ, రెండుభాగాలలోను దాదాపు సమానముగానే ఉండడము విశేషము. పశ్చిమాన గాలి సామాన్యంగా పొడిగానే ఉంటున్నది. కనుకనే 600 నుండి 700 మి. బా. (పథకము 5·2) వరకూఉన్న పైపొరనుండి నష్టమయే భూవికిరణము కొంచెముగానే ఉన్నది. అరీతిగానే, తూర్పువాయువు (పథకము 5·3) వల్ల జరిగే చిన్న తరంగాయతుల సౌరదీప్తి చూషణము, దాని మేఘాలవల్లను జీబుస్థితివల్లను హెచ్చుగా ఉంటున్నది. ఇంకా ఇలాటి అవలోకనాలు నేడు చాలా అవసరమన్నవిషయంలో సందేహం లేదు. ముఖ్యంగా పశ్చిమ పాకిస్థాను ఎర్రసముద్రము అరేబియాలపైన పెరిగే ఉష్ణరాశి ఋతుపవనముకు పూర్వపు మూడునెలలలోనూ ఏవిధంగా కూడుకుంటున్నదో తెలుసుకోవలసి ఉన్నది.



పటము 5.2. అరేబియా సముద్రమునుండి బాష్పనము (విషరోటీ అంచనాప్రకారం)

5·3 ఋతుపవనకాలములో నీటిఆవిరి రవాణా

చాలా ముఖ్యమైన ఈ అంశమునుగురించిన అంచనాలు డా. పిషరోడీ° చేశారు. చాలా కొద్దిగాఉన్న అవలోకనసాక్ష్యము భూమధ్యరేఖమీది వాయువు పక్కచోట్లకంటె పొడిగానేవున్నట్టు సూచిస్తున్నది. దీనికి ఆధారము హిందూ మహాసముద్రములో భూమధ్యరేఖకు కొంచెము దక్షిణాన (74° తూ. 0° ద) ఉన్న చిన్నదీవి గాన్‌దీవిలో చేసిన వాయు అవలోకనాలే. ఉపరితరవాయు అవలోకనాలుఈ దీవికి కొన్నిసంవత్సరాలవి తెలుసు. ఈ దీవిమీది గాలిలోని తడి మన పశ్చిమతీరప్రదేశాలతో పోల్చితే తక్కువే.

భూమధ్యరేఖమీద పొడిగాలే ఉన్నదీ అంటే, ఋతుపవనమునకు నీటితడి ముఖ్యంగా అరేబియన్‌సముద్రమునుంచి ఇగిరిన నీటివల్లే లభిస్తున్నదన్నమాట. మొత్తమ్మీద భూమధ్యరేఖని దాటివచ్చే నీటిఆవిరి ఋతుపవనరోజులలో ఒక్కనాడు మన పశ్చిమతీరాన్నిదాటి దేశములోకి వచ్చే నీటిఆవిరిలో మూడవవంతేనవి అంచనాలలో తేలింది. డా. పిషరోడీ అరేబియన్ సముద్రముమీద ఇగరడమువల్ల కూడ గల నీరు ఇంత అని పరిమాణాత్మకపు లెక్కలు వేశారు. దీర్ఘ చతురస్ర ఆకారపు పెట్టె పెద్దది ఉన్నదనుకొని దానిగోడలను దాటిపోయే నీటిఆవిరిని లెక్కవేశారాయన. అదే 5·2 పటములో చూపబడినది. ఆ పెట్టె అడుగు సముద్రముఖమే. 450 మి. బా. ఎత్తున దానికి గట్టిమూత ఉన్నది. ఈ యెత్తువరకే, నీటి ఆవిరి ఎంతవున్నది అన్న కొలతలు ఉన్నాయి. పెట్టెగోడలలో దక్షిణపువైపుది భూమధ్యరేఖమీద, పశ్చిమానిది 42° తూర్పు లాంగిట్యూడుమీద, తూర్పుది 75° తూర్పు లాంగిట్యూడుమీద ఉత్తరానిది 26° ఉ. లాటిట్యూడుమీద ఉన్నాయి. అంచనాలు, ఈ పెట్టె నాలుగుగోడలు దాటి బయటికిపోయేనీరు రోజుకి (జ్యూలై 1963 లో) 34000 మిలియను టన్నులునూ జ్యూలై 1964 లో 12000 మిలియను టన్నులునూ వున్నాయి. ఈ రెండేండ్లకూ ఇంతపెద్ద తేడా ఎందుకువచ్చినది ఇప్పుడు తెలియలేదు. ఇలాటిలెక్కలు వేయడంలోవి చిక్కులనుబట్టి, ఈ సంఖ్యలు అరేబియా సముద్రమునుండి బయటికిపోయే నీటి ఆవిరి ప్రమాణాలపైజులను సూచిస్తాయనే అనుకుందాము ప్రస్తుతానికి.

ఈ అంకెలు, అరేబియాసముద్రముమీద ప్రతిదినముకురిసే వాననీటి రాబడిని లెక్కకి తీసుకోలేదు. 450 మిల్లీబార్ల ఎత్తును దాటిపోయే నీటిఆవిరినీ లెక్కకి

తీసుకోలేదు. సముద్రముమీద వానను కొలవడము దుర్ఘటసమస్య; ఇప్పటికి సంతృప్తికరమైన పద్ధతి ఏదీ తేలలేదు. 450 మి. బా. లకు పైని నీటి ఆవిరిని లెక్కగట్టడమూ కష్టమే. ఎందుచేతనంటే రేడియోసాండీలో నీటి ఆవిరిని కొలిచే సాధనం ఆ ఎత్తులో పనిచేయదు. పై లెక్కలలో ఈ కారణాలవల్ల సుమారు 15 శాతాలు అటూ ఇటూ అవుతూండవచ్చు.

నీటిఆవిరి రవాణానుగురించిన లెక్కలు పెక్కు సందిగ్ధసమస్యలవల్ల అవిశ్చితంగానే వున్నాయి. సముద్రముఖంనుంచి ఇగిరేనీరే చూసినా అది గాలులమీదా, నీటిమీద ఉండే గాలియొక్క ఉష్ణీయనిర్మాణముమీద ఆధారపడుతుంది. గాలి వేగము సెకనుకి 7 మీటర్లుకంటె తక్కువ ఉన్నప్పుడు సముద్రము మొత్తము మీద ప్రశాంతంగానే ఉంటుందిగాని, అంతకు ఎక్కువవేగాలలో కలగిపోయి ఉంటుంది. ఈ గుణాలు నీరు ఇగిరిపోవడపురేటుని నిర్ణయిస్తాయి.

సముద్ర విశాలమేరలమీది వర్షపాత పంపకాన్నిగురించిన తబిశీళ్ళ లోపాన్ని గురించికూడా చెప్పవలసిఉంది. భూగోళపు సముద్రాలమీద వర్షపాతపు కొలతలు నిర్దుష్టమయినవి చేసేదాకా నీటిఆవిరిని గురించిన సర్వేలు చెయ్యడము కష్టము. బాష్పనమునుగురించిన నిర్దుష్టజ్ఞానము వాతావరణశక్తి పంపకజ్ఞానానికి ఎంత ముఖ్యమో వేరే చెప్పనవసరము లేదు.

భూగోళముమీద కొన్నిభాగాలలో బాష్పనముకంటె వర్షపాతము ఎక్కువగా ఉండడము, తక్కినమేరలలో ఈ పరిస్థితులు వ్యత్యస్తము అవడమువల్లనే వాతావరణములో నీటిఆవిరి ఒకచోటినుంచి మరొకచోటికి పోవలసినఅవసరము ఏర్పడుతుంది. దీర్ఘకాలము గమనిస్తే భూమి వాతావరణములో వర్షముగాపడే నీరు ఏమంతగామారదని తెలుస్తుంది. అంటే, వాతావరణము పట్టుకోగలిగిన నీటిఆవిరి కొంచెమేనని అర్థము; కనుక ఎక్కడివాతావరణములోనయినా కలిగే నీటిఆవిరి లోపాలు ఆధిక్యతలు వాతావరణ పరిసంచరణమువల్లనే భర్తీ కావాలన్నమాట. ఉత్తరార్ధగోళములో నెలకొల్పిన వాయు అవలోకనస్థానములవృద్ధివల్ల భూగోళము మొత్తముమీద నీటిఆవిరి ఎంతమాత్రము రవాణా అవుతున్నదో తెలుసుకోవడానికి వీలవుతున్నది. పథకము 5·4 లో, ముగ్గురు వైజ్ఞానికులు స్టార్, పీక్సోటో, లివి

డాన్[14] అనేవారు ఇచ్చిన నీటిఆవిరిగమనము ఏ లాటిట్యూడులదగ్గర ఎంత అన్న తఖ్తీళ్ళు చూపబడినవి.

పథకము 5·4

ఉత్తరార్ధగోళములో ఆయా లాటిట్యూడులు దాటే నీటిఆవిరి మొత్తము సెకనుకు 10^{11} గ్రాముల ప్రమాణాలలో.

లాటిట్యూడ్	శీతాకాలం	వేసవి	ఏడాది	లాటిట్యూడ్	శీతాకాలం	వేసవి	ఏడాది
80	—0.10	—0.12	—0.11	40	5.36	5.64	5.46
70	0.64	0.48	0.54	30	3.81	2.11	2.91
60	2.24	2.44	2.36	20	—3.68	—1.84	—2.70
50	4.48	6.80	5.32	10	—14.26	1.92	—6.16
45	5.04	6.92	5 80	0	—9.32	9.08	0.0

ఈ రవాణా ఉత్తరమువైపైతే ధనము (Positive) అనీ, దక్షిణమువైపునకైతే ఋణము అనీ లెక్క. 0, 10° ఉ, 20° ఉ. లాటిట్యూడులకు వేసవి అంకెలు భారతదేశపు ఋతుపవనానికి సంబంధించినవి కనుక మనకు కావలిసినవి. $1{\cdot}92\times10^{11}$ గ్రా. సెం, చొప్పున 10° ఉ లాటిట్యూడు (ఉత్తరము)ను దాటే వేసవిరవాణా దినానికి 16,589 టన్నుల నీటిఆవిరన్నమాట. ఈ అంకె పిషరోడీ భూమధ్యరేఖని దాటుతుందని చెప్పినదానికన్నా కొంచెము ఎక్కువే; అయితే ప్రమాణసామ్య మున్నది.

ఈ అంకెలవల్ల తెలిసే వింతవిషయమేమంటే, శీతాకాలానికీ వేసవికీ నడుమ ఈ రవాణా మారుగిల్లవడము. భూమధ్యరేఖకీ 10° ఉ. లాటిట్యూడుకీ నడుమ నీటి ఆవిరి రవాణా శీతాకాలంలో ఋణము వేసవిలో ధనమును ప్రొఫెసర్ స్టారూ అనుయాయులు తయారుచేసిన వేసవి మ్యాపు శీతాకాలపు మ్యాపు పోల్చితే కాలానుగుణంగా అటునుంచి ఇటు తిరిగేతత్వం బంగాళాఖాతము భాగాలమీదా, దక్షిణ చైనా సముద్రమూ, పశ్చిమ పసిఫిక్ మహాసముద్రపు భూమధ్యరేఖాప్రాంతమూ, గినీసింధుశాఖ, ఆఫ్రికా చేరువప్రాంతాలలో చక్కగా తెలుస్తుంది. ఈ దోలనములో వేసవిలో భూమధ్యరేఖ కడ్డముగాను, శీతకాలములో వ్యతిరేకముగాను నీటిఆవిరి ప్రవహిస్తుంది. ఇది ఋతుపవన ఫలమే. ఉష్ణమండలంలోని 'జరుగుడు' దీనివే.

నీటిఆవిరి రవాణానుగురించి చెప్పేది ముగించేముందు ఒకసంగతి హెచ్చరిక చేయవలసిఉన్నది. ఈ రవాణా భారీగానే జరిగినా దీనితో వర్షపాతముకూడా భారీగా ఉంటుందనేమీ లేదు. కాని ఏ ప్రదేశమువైపు ఎక్కువగా నీటిఆవిరి కేంద్రీకరిస్తుందో ఆ ప్రదేశములో మటుకు మామూలుగా ఎక్కువ వర్షపాతముంటుంది. మళ్ళీ ప్రొఫెసర్ స్టారు ఇట్టు ఇచ్చిన లెక్కలుచూస్తే, వేసవిలో ఉత్తరమువైపు ప్రవాహముతో సెకనుకి $9 \cdot 08 \times 10^{11}$ గ్రాముల నీటిఆవిరి రవాణా అవుతుంది. వాయువులు 10° ఉ. దగ్గరకు ప్రయాణించేసరికి ప్రవాహము భూమధ్యరేఖ దగ్గరి ప్రవాహములో అయిదోవంతుకి తగ్గిపోతుంది. 20° ఉ. దగ్గర అది తిరగబడుతున్నది. అంటే, ఈ అంకెలవల్ల భూమధ్యరేఖకీ 20° ఉత్తరపు లాటిట్యూడుకీ నడిమిప్రదేశం వాయు అభిసరణ ప్రదేశమన్నమాట. వేసవిలో ఇక్కడ భారీగా నీటిఆవిరి కూడుతుంది. ఈ ప్రదేశంలో ఘనంగా వర్షపాతముండడము యదాలాభమేమీ కాదు.

5·4. ఋతుపవనము వాతావరణ సాధారణ పరిసంచరణము :

వాతావరణపు సాధారణ పరిసంచరణను ఎన్నో తరాల వాతావరణవిజ్ఞానులు పరిశోధన చేశారు. వాయువర్తనాన్ని గురించి పంధొమ్మిదవశతాబ్దము. ఈ శతాబ్దపు తొలిభాగములో చాలా వివరణసిద్ధాంతాలు కనబడతాయి. ప్రముఖ వాతావరణ విజ్ఞాని డా. బెర్జరాన్, ఎంతమంది రచయితలున్నారో అన్ని సిద్ధాంతాలూ ఉన్నాయన్నాడు.

మనము ఈవిషయాన్ని సూక్ష్మవలోకనముచేయ యత్నించవద్దు; ఏమంటే మన ప్రమేయము ఒకమోస్తరుగా పరిమితమైన భారతదేశపు వేసవి ఋతుపవనమునకే. ఈ సిద్ధాంతాలనుగురించి ప్రొఫెసరు లొరెంజు* వ్రాసిన పరిచయవ్యాసము గురించిమటుకు చెప్పాలి; ఎన్నో ఆధునికభావనలకు లొరెంజు సూక్ష్మదృష్టియే మూలము.

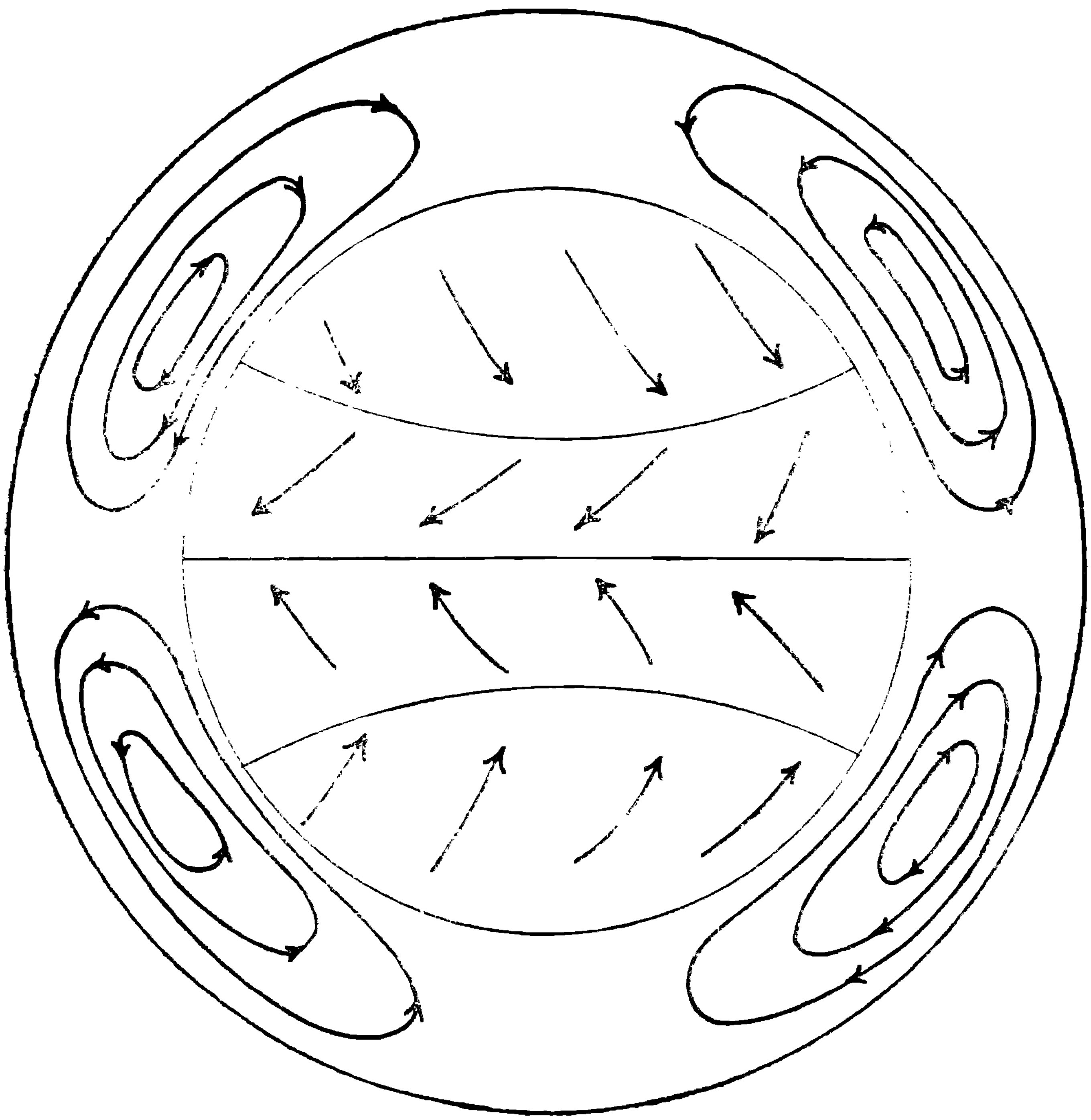
భూమధ్యరేఖదగ్గరి వ్యాపారపవనాలమూలాన్ని స్పష్టీకరించ యత్నించినవారిలో జ్యోతిశ్శాస్త్రజ్ఞుడు ఎడ్మండు హేలీ ప్రథముడేమో. అతడు, భూమధ్యరేఖకు ఉత్తరాన ఈశాన్యమువైపు విసిరే వ్యాపారపవనాలు, దానికి దక్షిణాన ఆగ్నేయంగా

విసిరే వ్యాపారపవనాలు భూమిమీద బాగా వేడెక్కిన ప్రదేశాలవైపు - అంటే భూమధ్యరేఖవైపు గాలి కేంద్రీకరించేయత్నాలు అవి అన్నాడు.

న్యూటన్ తరువాత హేడ్లీ, 1735 లో వ్యాపారపవనాలనుగురించి రాశాడు. ఇది హేలీ భావనకన్నా మెఱుగు. హేలీతో ఏకీభవిస్తూ హేడ్లీ, సౌర ఉష్ణీకరణము వంపక భూమధ్యరేఖదగ్గర వాయు ఆరోహణానికీ ధ్రువాలదగ్గర అవరోహణానికీ కారణమవుతుందన్నాడు. ఉపరిప్రదేశాలలో భూమధ్యరేఖనుంచి ధ్రువాలవైపు ప్రవహించేగాలివి భర్తీ చెయ్యడానికి చిన్న లాటిట్యూడులలో ధ్రువమునుంచి భూమధ్యరేఖకి తిరుగు ప్రవాహము ఉంటుందన్నాడు. హేడ్లీ ఊహించిన వాయు సంచరణపథకము 5·8 లో సూచింపబడింది.

భూమిముఖం తూర్పువైపు ఎక్కువ వేగంగా తిరిగేది భూమధ్యరేఖదగ్గర. కనుక ఉత్తరమువైపునుంచి భూమధ్యరేఖ వైపుగాని గాలి వీచుతూఉంటే, అది చిన్న లాటిట్యూడులకు వచ్చేసరికి పశ్చిమంవైపు వీచుతున్నట్లుగా చేరుతుం దన్నారు హేడ్లీ. గాలి తన నిసర్గవేగాన్ని నిలవరించుకో యత్నిస్తుంది. చిన్న లాటిట్యూడులకు వచ్చేసరికి అది సహజంగా, భూమధ్యరేఖదగ్గర తనకన్నా వేగంగా తిరుగుతూన్న గాలి వెనకబడుతుంది. కనుక చిన్న లాటిట్యూడులదగ్గరకు వచ్చేగాలి తూర్పువైపునుంచి వస్తూన్నట్లు కనబడుతుంది. (పటము 5·3). గాలి చాలాదూరం ప్రయాణించేసరికి దానికి ఎక్కువ పశ్చిమముఖవేగము అలవడుతుం దని కనుక్కున్నారు హేడ్లీ. అంతటివేగాలు ఎందుకు కనిపించడము లేదూ? అంటే, భూమియొక్క రాపిడిగాలిని వెనక్కి లాగుతూండడమువల్లనే అన్నారు.

భూభ్రమణఫలము - ఇదే కొరియోలిస్‌శక్తి - భారీగా చలించే గాలులమీద వుంటుందని విలియమ్ ఫెర్రెల్[8] 1856 వ సం॥ లో మొట్టమొదట చెప్పాడు. మనం ఇదివరకే చూచినవిధంగా ఈ కొరియోలిస్‌శక్తి గాలిని ఉత్తరార్ధగోళములో కుడివైపుకి తిప్పుతుంది. ఈ శక్తియొక్క ప్రమాణము లాటిట్యూడుతో క్రమంగా హెచ్చుతుంది. కనుక భూమధ్యరేఖదగ్గరి గాలి పైకిలేచి ధ్రువాలవైపు విస్తరించడ ములో కుడివైపు మళ్ళించబడి తూర్పుదిశాముఖ వేగాన్ని ఆకళించుకుంటుంది. గాలి హెచ్చు లాటిట్యూడులకు పోతున్నకొద్దీ ఈ తూర్పుదిశావేగము త్వరగా హెచ్చుతుంది. కనుక పై లాటిట్యూడులలో దిగడములో ఈ గాలి పశ్చిమము



వటము 5.3

సాధారణ వాయుపంచరణానికి హేడ్లీ నమూనా (లొరెంజు అంచనాబట్టి)

నుంచి వీచుతున్నట్టు కనుపిస్తుంది. దిగువమట్టాలలో ధ్రువమునుంచి భూమధ్య రేఖకి-పైదానికి జవాబుగాలి వుంటుంది. ఈ తిరుగుప్రవాహములో భూభ్రమణ ప్రభావము క్రమంగా గాలి భూమధ్యరేఖ చేరేసరికి తగ్గుతుంది. ఇందాకటి పడమటి గాలి బలహీనమై భూమధ్య రేఖాప్రాంతానికి వచ్చేసరికి తూర్పునుంచి వచ్చేగాలిగా మారుతుంది.

ఫెర్రెల్, హేడ్లీ నమూనా ఉపరివాయు పొరలనుంచి ఉష్ణవికిరణమువల్ల పోయే వేడిమిని లెక్కలోకి తీసుకోలేదనికూడా చూపించారు. ఈ అధ్యాయప్రారంభ

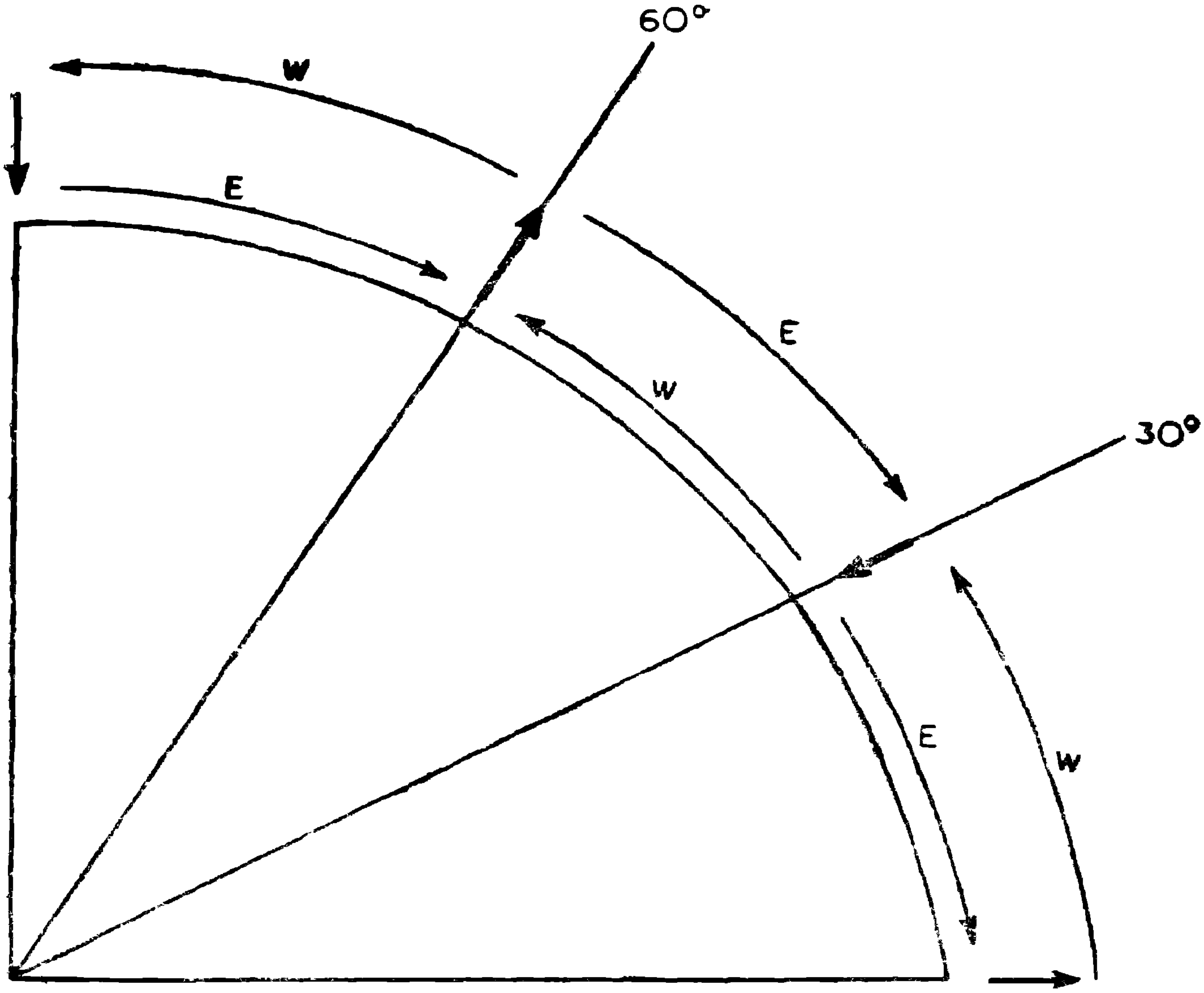
ములో. పై లాటిట్యూడులకు వెళ్ళినకొద్దీ బయటికిపోయే పొడవు తరంగాయతుల వికిరణమువల్ల నష్టమయ్యేశక్తి సూర్యుడినుంచి మనకు వచ్చే దీప్తిశక్తికంటె ఎక్కువ అని చెప్పుకున్నాము. ఆ నష్టము వాతావరణాన్ని 1° నుండి 2° సెం. వరకు చల్లబరచడమువంటిది. ఈరీతి వికిరణ శీతనమువల్ల భూమధ్యరేఖదగ్గరి 30° ఉ. చేరేసరికి చాలినంత చల్లబడి కిందకి దిగిపోయి భూమిమీద విస్తరిస్తుంది. ఇలాగ దిగేగాలిలో ఒకభాగము భూమధ్యరేఖకి తిరిగి వెళ్ళవచ్చును. ఇంకొక భాగము ధ్రువాలవైపు విస్తరించవచ్చును.

ఈ ఆలోచననుబట్టి వాతావరణ సాధారణ పరిసంచరణము ఉత్తర దక్షిణ రేఖా తలములో మూడుకోష్ఠములుగా విడినట్లున్నదన్నమాట. ఒకటి భూమధ్యరేఖకీ 30° ఉ. కీ నడుమది. దీనిలో దిగువమట్టాలలో తూర్పునుంచి వ్యాపారపవనాలు పై ఎత్తులలో పశ్చిమంనుంచి గాలులూ ఉంటాయి. నడిమిది 30° ఉ. 60° ఉ. లకు మధ్యది. దీనిలో భూమట్టములో పశ్చిమంనుంచీ పైయెత్తులలో తూర్పునుంచీ విసురుతాయి గాలులు. చివరది ధ్రువాలప్రాంతానిది 60° ఉ.-ధ్రువముల నడిమిది. దీనిలో భూమిమీద తూర్పునుంచీ పైన పశ్చిమంనుంచీ విసురుతాయి. నమూనా 5·4 లో చూపబడినది.

తరువాత పరిశోధనలు ఈ నమూనాలోని పెద్దలోపాన్ని చూపించాయి. ఇది నడిమి లాటిట్యూడులలో తూర్పుగాలులు వస్తాయంటుంది.

కాని మనము అవలోకనసాక్ష్యమునుంచి చూచినట్లుగా 30° ఉ. నుంచి 60° ఉ. వరకూ ట్రోపో పొర అంతటా స్ట్రాటోపొర కొంతభాగమున్నూ పశ్చిమం నుంచే వస్తాయి గాలులు. ఇదేకాక, 300 మి. బా. కీ 700 కీ నడుమ పడమటి గాలులు జెట్‌ప్రవాహంగా విసురుతాయి. ఈ చిక్కు దాటడానికి ప్రఖ్యాత స్వీడిషు వాతావరణ విజ్ఞాని సి. జి. రాస్‌బీ[13], నడిమికోష్ఠములోని ఉపరి తూర్పుగాలులు, నడిమికోష్ఠమునకు ఉత్తరాన దక్షిణానఉన్న ఉపరి పడమటిగాలుల రాపిడివల్ల హరించిపోతున్నాయి అన్నారు. జవాబులు దొరకని ఇలాంటిసమస్య శెనో సాధా రణ పరిసంచరణానికి ఉన్నాయి.

ఉష్ణమండల వాతావరణ విజ్ఞానులదృష్టి ఎంతసేపూ దిగువమట్టాలలో వ్యాపార పవనాలు, పైన పడమటిగాలులూ ఉండే భూమధ్యప్రాంతపు కోష్ఠముమీదనే. గడ



పటము 5.4

సాధారణ పరిసంచరణకు కోష్ఠకనమూనా.

చిన రెండుదశాబ్దములుగా వాతావరణవిజ్ఞానులు, ఇతర భౌతికవిజ్ఞానశాఖలలో లాగనే భారీ వాయుసంచారములోకూడా మొత్తపు పరిరక్షణసూత్రాలు వెతకడమే ఉత్తమము అనే అభిప్రాయానికి వస్తున్నారు. భౌతికవిజ్ఞానులకు పరిచయమైన పరిరక్షణ సూత్రము ద్రవ్యరాశికి సంబంధించినది. దీనిసాయముతో ఏ భౌతికపు మార్పుగాని శూన్యమునుంచి ద్రవ్యాన్ని సృష్టించేదీ, ద్రవ్యాన్ని పూర్తిగా నాశనము చేసేదిగాని లేదని ఉద్ఘాటించవచ్చు.

ఈ పద్ధతిలోనే, 'గాలి పై లాటిట్యూడులనుండి దిగువ లాటిట్యూడులకు చాలా దూరాలు దాటి ప్రసరించినప్పుడు పరిరక్షించబడేది దాని నిసర్గవేగముకాక దాని కోణీయ ఆవేగము అని చెప్పవచ్చును. ఒక వస్తువుయొక్క ద్రవ్యరాశిని దాని దిగ్వేగముతో గుణించితే వచ్చేలబ్ధమును ఆ వేగము అంటాము. ఒక అక్షము

చుట్టూ తిరిగేవస్తువులకు - తిరిగే బొంగరానికిగాని, తిరిగే భూమిచుట్టూఉన్న గాలి పొరకిగాని - కోణీయఆవేగమును ఎత్తుకొమట మేలు. ఒక వస్తువు కోణీయ ఆవేగము దాని ఆవేగమును అది తిరిగే అక్షమునుండి దానికిగల దూరముతో గుణించినచో వచ్చు లబ్ధము. భూమి తిరిగే అక్షమునుంచి, చిన్న లాటిట్యూడుల కడనున్న గాలి పెద్ద లాటిట్యూడులకడనున్న గాలికంటె దూరము; కనుక చిన్న లాటిట్యూడులదగ్గర గాలికి కోణీయ ఆవేగము ఎక్కువ.

భూమిభ్రమణము పడమటినుంచి తూర్పుకి. చిన్న లాటిట్యూడులలో విసిరే గాలులు తూర్పునుంచి విసురుతాయి. కనుక వాతావరణపుగాలులు భూమి తిరుగుడును ప్రతిఘటిస్తాయి. అంటే. చిన్న లాటిట్యూడులలో గాలి తన కోణీయ ఆవేగమును గాలికిచ్చి నష్టపోతుంది అన్నమాట. ఇక నడిమి లాటిట్యూడులదగ్గరి గాలులు భూమి భ్రమణానికి సాయపడతాయి. ఈ ప్రదేశాలలో గాలియొక్క కోణీయ ఆవేగము భూమికి అంది గాలికి నష్టమౌతుంది. ధ్రువప్రదేశాలలోకూడా ఉండే తూర్పు గాలులవల్ల కొంత కోణీయ ఆవేగము నష్టమే అవుతుందిగాని ఇవి భూమి అక్షమునకు బాగా చేరువ కనుక కోణీయ ఆవేగమే చాలా తక్కువ. కనుక చిన్న లాటిట్యూడులలో భూమి తన కోణీయ ఆవేగమును నిరంతరాయముగా నష్టపోతూ నడిమి లాటిట్యూడులలో గాలినుంచి కోణీయ ఆవేగాన్ని లాగుకుంటూ వున్న సన్నివేశము నిలిచివుంటుంది.

కానీ, కాలము గడిచినకొద్దీ భూమి భ్రమణవేగము తగ్గడమే లేదే, పోనీ భూమి మీద వేర్వేరుమండలాలలోని గాలులవేగమేనా ఒకపద్ధతిగా మారుతుండలేదే అని ఎవరైనా వాదించవచ్చును. అంటే, దిగువ లాటిట్యూడులలో వాయువులు పొందిన కోణీయ ఆవేగమూ ఎగువ లాటిట్యూడులలో నష్టపోయిన కోణీయ ఆవేగమూ సరిపోతున్నవన్నమాట. ఈ సమానత నిలపడానికి ఉష్ణమండలోపరి వాయువుల అదనపు కోణీయ ఆవేగము పడమటిగాలులకు అందిపోవలె నన్న మాట.

భారతదేశపు వేసవి ఋతుపవనకాలంలో చిత్రమైన సన్నివేశమే ఏర్పడుతుంది. ఈ కాలములో మనదేశపు దక్షిణ ద్వీపకల్పముమీద, పక్కనున్న హిందూ మహా సముద్రముమీద, దిగువన పడమటిగాలులూ, పైన తూర్పుగాలులూ ఉంటాయి.

కనుక ఋతుపవనము పడమటిగాలులు పైనవున్న తూర్పుగాలులతో పోల్చితే భూమికి తమ కోణీయ ఆవేగాన్ని కోల్పోతాయి. ఇటీవల భారతీయ వాతావరణ విజ్ఞానులు [7, 10] నైఋతి పవనకాలంలో కోణీయ ఆవేగమును లెక్కగట్టి సమానత ఉంటుందేమో చూడ యత్నించారు. ఋతుపవనము పడమటిగాలుల రాజ్యములో నష్టమైన కోణీయ ఆవేగమును కొంత భర్తీచేయగలిగేట్లుగా సింగపూరు[10,11] మీద ఉపరివాయువులు ఉత్తరదిశగా అనేక కోణీయ ఆవేగము రవాణా అవుతున్నట్టు సూచించాయి. ఈ నడుమ జరిగిన పరిశీలన[7], మన దేశప్రాంతాలకు అందివచ్చే కోణీయ ఆవేగము ఉత్తర దక్షిణరేఖవెంబడి జరిగే గమనమువల్లనే అని సూచించింది. అంటే ఆ రేఖ వెంబడిని ఉత్తరముఖగమనమువల్ల అన్న మాట.

పరిమితప్రదేశాలలో కోణీయ ఆవేగ అభ్యాగమనమును గణించేటప్పుడు రెండు సమాంతర లాటిట్యూడులకూ, రెండు పక్కపక్కల మిరిడియను (ఉత్తర-దక్షిణ) రేఖలకూ, నడిమిపెట్టెవంటి ప్రదేశమును తీసుకొనుట వీలు. తూర్పు పడమరలలో 50° తూ. 100° తూ. మిరిడియనులకునూ ఉత్తర దక్షిణాలలో భూమధ్యరేఖా 20° ఉ. లాటిట్యూడులకునూ నడుమనున్న ప్రదేశానికి ఈ లెక్కలు కట్టేరు. ఈ ప్రదేశములో దక్షిణభారతము చాలామట్టుకు బర్మా, ఇండోనీషియా, ఏడెన్ సింధుశాఖా ఉన్నాయి. దిగువ ట్రోపో పొరలో కోణీయ ఆవేగపు రవాణా మిరిడియవెంబడి గమనమువల్లనే అని ఈ లెక్కలు తేల్చాయి. అవి సుమారు 7×10^{25} గ్రా. సెం.^{2} సెక$^{-2}$. ఈ రవాణా భూమి రాపిడిని అతిక్రమించి, పడమటిగాలిని నడపగల ప్రమాణములోనే వున్నది.

ఇలాటి లెక్కలు, ఋతుపవననెలలలో దక్షిణార్ధగోళపు వ్యాపారపవనాలు ఉత్తరదిశగా జరుగుతాయనే మన భావనకు కొంత మద్దత్తు ఇస్తాయి. ఆ ఉత్తరపు జరుగుడు ఋతుపవనము గాలుల వర్తనానికి సరిపోయే కోణీయ ఆవేగమును-అది భూమిరాపిడికి ఎదురుగా నిలిచి విసరడానికి సాయపడేటట్టు - అందించగలదని అంచనాలు సూచిస్తున్నాయి.

అధ్యాయము 6

రాజస్థానపు ఎడారిసమస్య

ఋతుపవనమునుంచి బహుకొద్ది వర్షాన్నిపొందే మనదేశములోని విశాలభూభాగము రాజస్థానములోవిది. ఏడాది మొత్తంమీద 15 సెం.మీ. ల కంటెను తక్కువవర్షము పడే పొడినేలను థార్ ఎడారి అంటారు. దీనిచుట్టూవున్న జాంగలము చాలామట్టుకు రాజస్థానపు పశ్చిమ జిల్లాలది. దానివైశాల్యము అయిదులక్షల చదరపు మైళ్లుం టుంది. మొత్తం అంతా రాజస్థానపు ఎడారి అనే అంటారు. దాని పరిమాణము మొత్తపు భారతదేశపునేలలో అయిదోవంతుంటుంది.

ఈ నేలను బాగుచేసి వ్యవసాయానికి అనుకూలంగా తయారుచేయగలిగితే ఆర్థికలాభాలు చేకూరుతాయని చాలాకాలం క్రిందటే గ్రహించారు. అలాటి పథకము ఎన్నోశాఖలవారిని ఆకర్షిస్తుందన్నది విశేషము. నీటివనరులను భూసార మును పెంచడము వ్యవసాయ ఇంజినీరింగువారికి గట్టిసమస్య. వాతావరణ విజ్ఞా నికి ఈ ప్రాంతము శీతోష్ణస్థితిని మార్చేయత్నానికి చక్కని అవకాశము కన్పి స్తుంది.

ఇదివరకే చెప్పినట్లుగా ఋతుపవననెలల్లో ఈ ప్రాంతము ఋతుపవనము యొక్క అరేబియాసముద్రశాఖ హయాములో వుంటుంది. కనుక రాజస్థానము మీద గాలిలో తేమ ఎక్కువగానే వుంటుంది. వర్షపాతపులెక్కమటుకు చాలా నిరుత్సాహకరాలు. రాజస్థానముమీద ఉష్ణోగ్రత వాలు పరికిస్తే దిగువ ట్రోపో పొరలో సముద్రమట్టానికి సుమారు 1·5 కి. మీ.ల దగ్గర పరివర్తన మున్నదని పిస్తుంది. ఇది వాతావరణంలో స్థిరమైన సాంద్రతాప్రవణత ఉన్నదని సూచిస్తుంది. ఈ పరిస్థితులలో వాతావరణము పెద్దయెత్తు వాయు ఆరోహణాన్ని అణిచేస్తుంది. కనుక తేమ ఎక్కువగానే ఉన్నా గాలి సంతృప్తస్థితిని అందుకోగలిగిన ఎత్తుకి లేవలేదు. కనుక ఈమధ్య వాతావరణవిజ్ఞానులు ఆ ఉష్ణోగ్రతాపరివర్తన స్వభావ మును పరిశీలిస్తున్నారు. వాతావరణపు ఉష్ణోగ్రతాసంరచనమ మార్చగలపరిస్థితులు కల్పించగలమా అని ఆశ. ఆ పరివర్తనను తీసేస్తే రాజస్థానము మీదిగాలికి పైకి

లేచే అవకాశమును పెంచవచ్చునుగదా అని. నీటి ఆవిరన్నది ఉండనే ఉన్నది కనుక ఇది ఋతుపవన వర్షపాతము ఎక్కువ కావడానికి దారి చేయవచ్చు. ఇలాగ గొలుసుకట్టు ఘటనలను బయలుదేరదీసి, వర్షపాతాన్ని ఎక్కువచేస్తే మొక్కలు పెరిగి నేల రచనకూడా బాగుకావచ్చు. రాజస్థానపు పురాతనచరిత్ర పరిశీలిస్తే ఈరకపు కార్యప్రణాళిక కేవలం ఊహాగానముకాదని తెలుస్తుంది.

6·2 థార్ ఎడారి పురాతన చరిత్ర :

పెక్కు పురాతత్త్వవిజ్ఞానులు చరిత్రకారులుకూడా రాజస్థానపు పెడారి ఒకప్పుడు కలకలలాడే నాగరికతకు కేంద్రమని చెప్పుఉన్నారు. జీవాశ్మ పరిశోధనలు-మనదేశములో డా. సింగ్, యు. యస్. ఎ. విస్కాన్ సిన్ విశ్వవిద్యాలయపు ప్రొఫెసర్ బైర్సన్లు జరిపినవి-ఈ ప్రాంతపుచరిత్ర నాలుగుఘట్టములుగా విభాగించ వీలని సూచిస్తాయి.

(i)	క్రీ. పూ. 8000	తేమగా శీతలంగా ఉండినట్టిది.
(ii)	క్రీ. పూ. 8000-3000	పొడిగానే ఉండినా ఇప్పుడంత ఆరిపోయి ఉండలేదు. వ్యవసాయము ప్రారంభించిన సాక్ష్యమున్నది.
(iii)	క్రీ. పూ. 3000-1700	హెచ్చు వర్షపాతముండిన కాలము.
(iv)	క్రీ. పూ. 1700-1500	పొడి పరిస్థితులు. మంచినీటి చెరువులు ఎండిపోయినట్టు సాక్ష్యముంది.

ఈ చివరిదశ పొడుగై వర్షపాతము క్షీణించినదన్నమాట.

ఈ విషయమునుగురించిన విశాలపరిశీలనా వ్యాసములో బైర్సన్ బారీసులు ఈ ప్రాంతములో మూడు ప్రధాననాగరికత లున్నట్టు సాక్ష్యము చూపించారు. క్రీ. పూ. 2000 నుండి 1700 వరకు ఈ ప్రాంతము హరప్పనాగరికతకు కేంద్రము. ఈ కాలపు పురావశేషాలు ఈ ప్రాంతములో మానవనివాసానికి అనుకూలపరిస్థితులే ఉండినట్లు సూచిస్తున్నాయి. గగ్గర్నది చేరువన కాలీబంగన్ ప్రాంతపు త్రవ్వకాలు ఎన్నో ఎండబారిన నదీశయ్యలను బయట బెట్టాయి. ఇవి సింధునదికి ఉపనదులుగా సముద్రముచేరిన నదులై యుండవచ్చును.

తరువాతదశలో చిత్రితపాత్ర నాగరికత వర్ధిల్లినది ఈ మేరలో. ఈ దశ ప్రారంభము క్రీ. పూ. 500 వలె కనిపిస్తుంది. ఈ నాగరికతకు హరప్పనాగరికతకు నడుమ వేయిసంవత్సరాల విరామమున్న ట్లనిపిస్తుంది.

చివరిదశలో క్రీ. శ. తొలిశతాబ్దాల రంగమహల్ నాగరికతసంగతి చెపుతారు పురాతత్వజ్ఞులు. రెండోదశకు మూడోదశకు ఇంకొకవిరామము ఏమైనా ఉండినదేమో నిశ్చయముగా తెలియదుకాని చాలా మార్పులున్నట్లు తెలుస్తున్నది. వ్యవసాయము చక్కగా సాగినకాలాలు, పంటలు లేని కాలాలు ఒకదానితరువాత ఒకటి వచ్చాయి. విశేషము ఏమిటంటే ఈ ఎడారి అననుకూలదశలు రెండింటిని దాటుకుని వచ్చింది, ప్రతి కరువుతరవాత కొత్త నాగరికత ఇక్కడ పుట్టి పెరిగింది.

రాజస్థానపు శీతోష్ణతామార్పులు, అవి ప్రపంచపు మొత్తంమీదవచ్చిన మార్పుల లోనివా లేక మానవులకృషికి ఫలితంగా ఏర్పడ్డ ప్రాదేశిక పరివర్తనాలా? అన్న ప్రశ్న కలిగిస్తాయి.

దీనిపైన చాలా పరిశోధనజరిగింది. ఉదాహరణకి, హరప్ప నాగరికతాకాలంలో ఇక్కడ పెరిగిన వృక్షజాలమే నేడు దీని అంచులలోనూ పెరుగుతున్న దంటున్నారు. కనుక శతాబ్దాలగమనంలో వచ్చినమార్పులు ప్రపంచం మొత్తంమీద వచ్చియుండినవి కాజాలవు.

అభిప్రాయాలు వేర్వేరుగా ఉన్నాయిగాని మొత్తపు అభిప్రాయమేమో రాజస్థానపు ఎడారి ప్రతియేటా పాతికమైలునుండి అరమైలుదాకా విస్తారమవుతున్నదని, ఈ లెక్కని వెనక్కిచూస్తే ఎడారికి మూలకారణము ఇప్పటికి 400 నుండి 1000 సంవత్సరాలనాటిది కావాలి. సుమారుగా రంగమహల్‌దశ క్షీణించిన కాలమన్నమాట.

రంగమహల్‌దశ అంతమైనతరువాత జరిగిన భూసారక్షీణత ప్రపంచం మొత్తంమీద ఉండిన కారణాలవల్లనే అని అనలేము. పెద్దఎత్తు శీతోష్ణతా పరివర్తనాలు భూమిమీద భారీ మేరలమీద జరిగేవే కారణాలయితే, రంగమహల్ దశకూ నేటికీ మధ్య శ్రేయఃకాలాలుకూడా వచ్చియుండాలి. కాని వేయి సంవత్సరములక్రితమునుంచి రాజస్థానములో పచ్చనికాలము వచ్చినదనడానికి సాక్ష్యమే లేదు.

కనుక, రంగమహల్ కాలముతర్వాత రాజస్థానపునేల క్రమంగా క్షీణించ డానికి కారణము మానవుల వ్యాపారఫలమే.

నేలలో సారక్షీణతతోపాటు గాలిలో ధూళి ఎక్కువై పోయిందని ఒకరిఊహ.[1] దీనిలో ఆశ్చర్యమేమీ లేదు. విస్తారభూమి అరుగుదల-గాలి ధూళిని పెంచగలదు.

6·3 ధూళి పరిమాణపు కొల :

1966 వ సం॥ వేసవిలో రాజస్థానముమీద ధూళీ దుప్పటీ ఎంతవరకూ ఉన్నదో చూడడానికి ఎన్నో ఏరోప్లేనుప్రయాణాలు జరిగేయి. ఈ యానములలో సేక రించిన వస్తువును, 1962, 1963 వ సం॥ వేసవినెలలలో ఆగ్నేయాసియా వేర్వేరుభాగాలమీద చేసిన అవలోకనాలవస్తువుతో చేర్చారు. మొత్తపుపరిస్థితి, అనుకున్నకంటె ధూళీ దుప్పటీ చాలా విస్తృతమని తేలింది.

దట్టమై దళసరైన ధూళిపొర ఉత్తరాఫ్రికా తీరాలనుంచి అరేబియావరకూ వ్యాపించిఉన్నట్టు తెలిసింది. ఇరాను దక్షిణతీరానికీ మెకెరనుతీరానికి చేరుతున్న కొద్దీ కొంచెము చిక్కదనము తగ్గింది. కానీ రాజస్థానపు పొడిభూములమీద ఏరో ప్లేను ఎగిరినప్పుడు ధూళిసాంద్రత పొర దళసరికూడా గభీమవి ఎక్కువైనాయి. రాజస్థానపు ఎడారికి దక్షిణపువైపు తూర్పువైపు ఎగిరినప్పుడు ధూళిసాంద్రత తగ్గింది. ఇంత దళసరి లేకపోయినా ఈశాన్యభారతపు పారిశ్రామికప్రదేశాలమీదా బర్మా తాయిలండ్ కాంబోడియాల పరిశ్రమభూములమీద చాలా ధూళే కనబడింది.

కంటిచూపునకు ధూళిపొర పైభాగము ఈశాన్య అరేబియాసముద్రముమీద 7 కిలో మీటర్లుంటున్నట్లనిపించింది. దానిపైన 9 కి. మీ. వరకూ విస్తరించింది. రాజస్థానపు ఎడారిమీద, గంగామైదానము వచ్చేసరికి 5 కి. మీ.లకు దిగింది.

అంతరిక్షములో ఇరవైరెండు ప్రదక్షిణాలయాత్ర చేసిన గార్డన్ కూపర్ తీసిన ఫొటోలలో ఒకచిత్రము గోచరమైంది. కూపర్ ఫొటోలలో రాజస్థానము మీద తక్కువ వాయుపీడనమున్న ప్రదేశపు అక్షము వెంబడిని దట్టమైన మేఘాలు కనబడ్డాయి. ముఖ్య మేఘమాలకు దిగువగా రాజస్థానపు ఎడారినుంచి ధూళి మేఘాలు విస్తరించిఉన్నట్టూ కనబడింది. ఆ మేఘము నేలను పూర్తిగా కప్పి వేయగలంత దట్టంగా వుంది.

ఈ ధూళికణాలుమాత్రము చాలా చిన్నవి. వాటివ్యాసము ఒక మైక్రాను ఉంటుంది. అంటే మీటరులో పదిలక్షలవంతు. వాతావరణంలో ఎగురుతో రోజుల పాటు ఉండగలంత చిన్నవి అవి. మిట్టమధ్యాహ్నమైనా సరే సూర్యుణ్ణి పూర్తిగా మరుగుపరచగలంత దట్టంగా ఉంటాయి తరుచు. ఈ ధూళి చాలామటుకు వైక్రాంత స్ఫటికానిదే కాని అభ్రకమూ ఫెల్ స్పారూకూడా కొద్దిగా కనబడతాయి.

6·4 రాజస్థానముమీద గాలి లంబగమనము :

అంతంత పరిమాణాలలో ధూళిని అంతపైకి లేపగల తంత్రము ఏమిటి అన్నది వివాదాంశమే. నిజానికి ఇది ధూళిమూలానికి సంబంధించినది. ఎవరికేనా తట్టుతుంది 'ఈ ధూళి అక్కడిదేనా ? లేక దూరప్రదేశాలనుంచి వాయుప్రవాహాల వల్ల పశ్చిమ రాజస్థానానికి తీసుకురాబడినదా ?' అని. ఈ సందర్భములో ఒక ముఖ్య విషయం గుర్తు పెట్టుకోవాలి. ధూళిగాని ఆ ప్రదేశానిదే అయితే, అది వున్న 5 కిలో మీటర్ల ఎత్తుకి దాన్ని లేపడానికి బలమైన వాయుప్రవాహాలు-లంబంగా లేచేవి ఉండాలి. 'అవేగాని వుంటే రాజస్థానముమీద మబ్బులుగాని వానగాని లేవేమి ?' అన్న ప్రశ్న పుడుతుంది. మీదుమిక్కిలి, ఈ ప్రాంతంలో వాయు అవరోహణము గుర్తించారు.[2] దీనికీ లంబ ఆరోహణానికీ సరి కుదరదు. రాజస్థానము మీద ధూళికి మూలము, అది అంత ఎత్తుకి ఎలాగ ఎత్తుకు పోబడిందీ అన్న సమస్యలు, అనేక ప్రధానపరిశోధనలు జరిగితేగాని తేలవు. పెద్దపెద్ద వైశాల్యాలమీద గాలి ఆరోహణపురేటుగాని అవరోహణపురేటుగాని కొలవడము చాలాకష్టము. ఉపరి వాయువులను కొలిస్తే తెలిపేదికాదు ఇది. అర్థవంతమైన ఫలితాలు రావాలంటే చాలా సున్నితంగా గాలిని కొలవగలిగిన తంత్రాలు అవసరము.

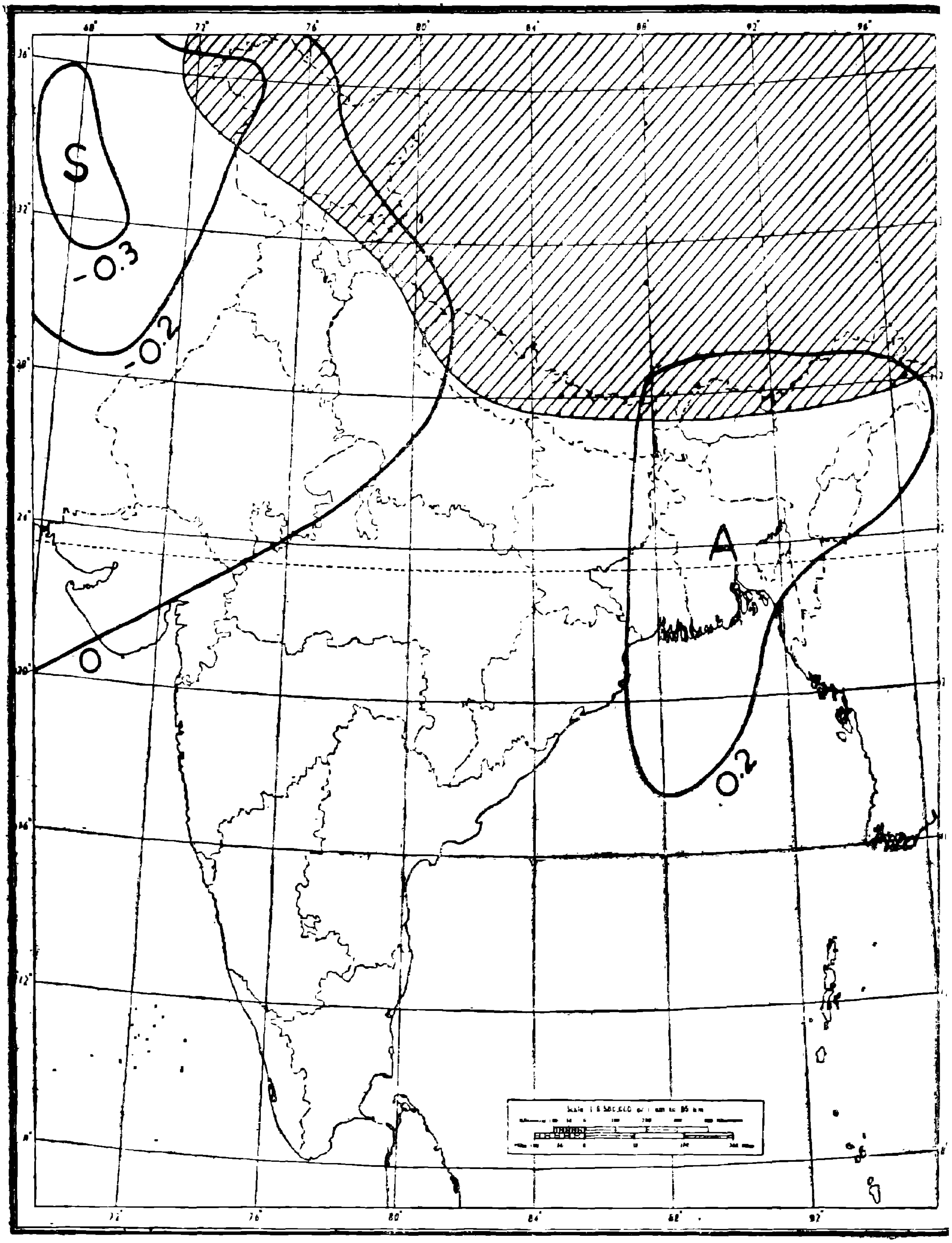
ఈ చిక్కు నతిక్రమించడానికి వాతావరణవిజ్ఞానులు ఇంకొకసాధనము యత్నించారు. గాలి అతి దూరచలనాన్ని ఒక ప్రధానపరిరక్షణసూత్రాన్నిబట్టి ఊహించవచ్చు. ఇది భ్రమణపరిరక్షణసూత్రము. ఇంతకుముందు కోణీయ ఆవేగ పరిరక్షణ సూత్రమునుగురించి చెప్పినాము. ఇది భ్రమణ పరిరక్షణమును చెప్పేది. ఈ రెండుసూత్రాలు సంబంధమే లేనివి కావు. కొన్నిరకాలసమస్యలకు కోణీయ ఆవేగ పరిరక్షణసూత్రము, మరికొన్నిటికి భ్రమణ పరిరక్షణము ఉపయోగించడము అనుకూలము.

గాలి భూమికి సాపేక్షంగా తనకుగల భ్రమణాన్ని నిలబెట్టుకుంటూ చలిస్తుందని అంటే, అది ఎక్కడ పైకిలేస్తుందో, ఎక్కడ దిగుతుందో అనుమానించవచ్చు. కొన్ని పరిస్థితుల్లో, ఉపరివాయుకొలతలు బాగా ఉన్నట్లయితే ఒక గాలి కణము భ్రమణము ఇంత అని లెక్కగట్టవచ్చును. గాలి కొలతల్ని ఒక నెలకో ఒక ఋతువుకో ప్రత్యేకించి సగటు విలువలతో లెక్కగట్టితే తిరుగుడులెక్కలో పెద్ద తేడాలు రావు. ఈనాడు భారతదేశములోనూ ఆగ్నేయాసియా భూములలోనూ మధ్యప్రాచ్యమూ చైనాలలోనూ ఉన్న ఉపరివాయు అవలోకనక్షేత్రాలు ఈ రకపు లెక్కకట్టడానికి ఇంచుమించు సరిపోతాయి.

ఉపరివాయు కొలతలనుండి భ్రమణమును లెక్కగట్టడానికి మనము ఇంకొక మనస్సమాధానము పడవలసిఉంటుంది. ఇది గాలికి భూభ్రమణమువల్ల సంక్రమించినగమనానికి సంబంధించినది. దీనికి పూర్వపు అధ్యాయము ఒకదానిలో భూమధ్యరేఖని చేరేకొద్దీ ఈ చలనము కచ్చితముగా ఉండదు అని చెప్పిఉన్నాము. కనుక భ్రమణపులెక్కల నిర్దుష్టత దిగువ లాటిట్యూడులు చేరేకొద్దీ తగ్గిపోతుంది. అయితే, సగటు పరిస్థితులకే మన లెక్కలు పరిమితములయినప్పుడు భూభ్రమణజ వాయుగమనము ఊహామాత్రమే అని అనుకోనక్కరలేదు. కొద్దికాలముమీద కాకుండా దీర్ఘకాలాలమీద సగటులెక్కలు చేస్తున్నప్పుడు గాలి భూభ్రమణానుసారగమనానికి తప్పి చలిస్తుందని అనుకో పనిలేదు.

ఇన్నిగిరులు గీసుకున్నా భ్రమణము లంబగమనము లెక్కవేయుట మేమీ సుళువయినపని కాదు. భూగోళముమీద చిన్న మేరలకేనా ఈ లెక్కలో కొన్ని గణిత సమీకరణాలకు పెద్ద జ్ఞాపకాలున్న ఎలక్ట్రానిక్ కంప్యూటర్లను వాడవలసివస్తుంది. కార్డులమీద తెలిపినకొలతలను గుచ్చించడమే వారముకోజులు తీసుకుంటుంది. అత్యాధునిక కంప్యూటరు అయితే కొద్దినిముషాలలో కంప్యూటుచేసి ఫలితాలు అచ్చువేయగలదు.

ఈ తంత్రసహాయముతో ఈ గ్రంథకర్త[2] అసలు ఋతుపవన నెల అయిన జ్యూలై నెలకు వాయు పరిసంచరణతీరులను శోధించారు. ఫలితాలు ఒక విశేషాన్ని బయటబెట్టాయి. మనదేశమ్మీది ఋతుపవన పరిసంచరణ రెండు మండలముల



పటము 6.1

వాయు ఆరోహణ (A) అవరోహణమండలాలు (S) 500 మి. బార్ల ఎత్తున అంకెలు సెకనుకు సెంటిమీటర్లు

వలన నిర్ణయమవుతున్న దనిపించింది. ఒకమండలములో నిలువుగా గాలి పైకి లేస్తున్నది. దీనికి సాక్ష్యము ఈశాన్యములో హిమాలయాలకుదక్షిణాన కనబడింది. వాయవ్యములో గాలి అవరోహిస్తున్న సాక్ష్యము రాజస్థానపు ఎడారిప్రాంతములో గోచరించింది.

ఈశాన్యభారతములో పైకి లేస్తున్నదన్న గాలి వేగం పైకి పోతూన్నకొద్దీ క్రమంగా తగ్గింది. ఈ ఆరోహణము పూర్తిగా గాలి హిమాలయ నిరోధానికి తగలడమువల్లనే 6·1 పటములో ఆరోహణా అవరోహణమండలాలు సగటు ఋతుపవన పరిస్థితులలోనివి చూపబడ్డాయి.

ఈ లెక్కల ప్రముఖమైన విశేషమేమిటంటే, భారతదేశముమీద విదానమైన ఋతుపవనము పరిసంచరణ నిలవడానికని వాతావరణాన్ని ఏ రేటులో వెచ్చబెట్టాలీ లేదా చల్లబరచాలీ అన్నది తేల్చడానికి వీలిచ్చాయి. ఈ లెక్కలలో ఈశాన్యభారతమును రోజుకు 3·2° సెం. చొప్పున వెచ్చబెట్టాలనీ వాయవ్యములో రోజుకు 2·4° సెం. చొప్పున చల్లబెట్టాలనీ తేలింది.

కొంచెము సరళపు లెక్కలవల్ల ఈశాన్యభారతము వెచ్చబడాలి అన్న తీర్మానము సరియైనదే అని తేలింది. హిమాలయాల ఇవతలి పశ్చిమబెంగాలులో పడే వర్షాన్ని గమనిస్తే, నీటి ఆవిరి వర్షముకావడములో విడుదలయిన గుప్తోష్ణము ఈశాన్యభారతాన్ని రోజుకి 4° నుండి 5° వరకు వెచ్చబెట్టడానికి చాలని తేలుతుంది. కనుక లెక్కలు అవసరమని తేల్చినది సరిపోతోందన్నమాట.

వాయవ్యంలో ఉండాలన్న శీతలమును విశదీకరించడము ఏమంత సులువుకాదు. మొదటి ఆలోచనగా అంతరిక్షములోనికిపోయే దీర్ఘ తరంగాయతుల వికిరణము వల్ల శీతలము జరుగుతోందిగదా అనిపిస్తుంది. కాని నీటిఆవిరీ కార్బన్ డైఆక్సైడు విస్తరించిఉన్నదాన్ని లెక్కలోకి తీసుకుని గుణిస్తే, ఈ వికిరణప్రక్రియ వల్ల రోజుకి 1·6° మొదలు 1·8° సెం. కంటె ఎక్కువశీతలము జరగదని తేలుతుంది. మరి, లెక్కలు సూచించే రోజుకీ 0·8 సెం. అదనపు శీతలము ఎలాగ వచ్చిఉంటుంది?

ఈ దశలో రాజస్థానపు ఎడారిలోచేసిన క్షేత్రప్రయోగాల ఫలితాలు జ్ఞప్తికి వస్తాయి. గాలిలో వేర్వేరు ఎత్తులలో, విస్కాన్సిను విశ్వవిద్యాలయపు ప్రొఫెసర్: సువోమీ నిర్మించిన రేడియోమీటరు అనే అతి సరళ సాధనముతో మనకు అందే, అక్కడనుంచిపోయే వికిరణశక్తిని తెలుసుకోవచ్చును. ఈ సాధనముతో చేసిన కొలతలు ట్రోపోపొర నడుమ ఇందాకటిలెక్కలు చెప్పిన శీతలపురేటే ఉంటు న్నట్టు తేల్చేయి. నీటి ఆవిరీ కార్బన్ డై ఆక్సైడుల విస్తృతినిబట్టి లెక్కవేసిన శీతలపు విలువలుకూడా అవలోకనాలతో సరిపోయాయి.

6·5 వికిరణ సమానత్వములో ధూళియొక్క పాత్ర :

ఎడారిమీదఉన్న ధూళివల్ల ఆ అదనపుశీతలము జరుగుతున్నదన్న సూచన[1] ఒకటి వచ్చింది. ఈ ఊహ నిజమైతే ఇది ఎడారిమీది ధూళి వాయు అవరోహణాన్ని నూటికి 50 పాళ్లు పెంచుతుందని సూచిస్తుంది.

ఈ వాదాన్ని మరికొంత పెంచితే, ధూళే లేకపోయినట్లయితే వాతావరణంలో వికిరణంవల్ల జరిగే శీతలము ఇంకా తక్కువగా ఉండిఉంటుంది అనాలి. దానివల్ల అవరోహించేగాలి తక్కువై ఋతుపవనప్రవాహము భూమికి దగ్గరవుతుంది. ఆరోహించేగాలి ఎక్కువై తేమ ఉన్నదే కనుక వర్షపాతము ఎక్కువయ్యేది. ఇప్పుడు ఆ తేమ వర్షముగా ఎందుకు మారలేదూ అంటే దానిని పైకెత్తి ద్రవీభవన స్థితికి తెచ్చేది ఏదీ లేకపోవడమువల్లనే ధూళికి ఎడారే మూలమైతే ఎడారి తన కృషివల్లనే తనను నిలవరించుకుంటున్నది అని అనాలి. మొక్కల పొరగాని ఉన్నట్లయితే, గాలివల్ల ధూళి లేవడము నిరోధింపబడి ఎడారి విస్తరణాన్ని ఆపు తుంది.

ధూళి ఉంటే వాతావరణాన్ని త్వరగా ఎందుకు చల్లారుస్తుంది? అన్న ప్రశ్న వేయడము సహజము. ఈ ప్రశ్నకు జవాబుకోసము రెండువైపులకు చూడాలి.

వికిరణ సమానత్వము మనకువచ్చే సూర్యదీప్తి చూషణము, భూమి దీర్ఘ తరంగాయతుల వికిరణము అనే రెండు పెత్తనపు ప్రక్రియలవల్ల నిర్ణయమవు తోంది. కనుక ధూళిపొరకు సూర్యదీప్తిమీద, భూవికిరణముమీద ఎలాటి ప్రభావ మున్నదో చూసుకోవాలి.

సూర్యదీప్తిపైన ధూళి దుప్పటపు ప్రభావమేమిటో అన్న పరిశోధనలు బొత్తిగా తక్కువగా ఉన్నాయన్నది ఆశ్చర్యం. యమమాటో పెద్దపెద్ద నగరాలమీద ధూళిని గురించి చేసినప్రయోగాలలో ధూళి చూషించగల సూర్యదీప్తి చాలా తక్కువే అని తేలింది. కనుక ధూళికణాల ముఖ్యప్రభావము చెదర్చడమువల్ల సూర్యదీప్తిని తగ్గించడముమటుకే జరుగుతుంది.

యమమాటో జపానులోని పెద్దనగరాలలో అందివచ్చే సూర్యదీప్తి, పారిశ్రామికధూళికి దూరమయిననగరాలలో అందేదానికన్న చాలా తక్కువ అని కనుక్కున్నారు. ఆ సందర్భములో ఆయన ఇచ్చిన పథకము ఒకటి.

పథకము 6.1

ఆగస్టు 1953 వ సం॥ లో ఐదేసి రోజులకాలాలలో రోజూ సగటులో అందిన సూర్యరశ్మి చదరపు సెంటిమీటరుకి కెలొరీలు.

తేదీ	నగరము			
	ఒసాకా	కోచి	టోకియో	ఉత్సోనోమియా
జ్యూలై 30 - ఆగస్టు 3	383	495	327	403
ఆగస్టు 4 - ఆగస్టు 8	289	446	193	354
ఆగస్టు 9 - ఆగస్టు 13	314	362	338	333
ఆగస్టు 14 - ఆగస్టు 18	316	420	209	275
ఆగస్టు 19 - ఆగస్టు 23	321	515	232	338
ఆగస్టు 24 - ఆగస్టు 28	221	364	126	216
సగటు	307	432	246	330

అధిక పారిశ్రామికనగరముఅయిన టోకియోలో తక్కిన నగరాలకంటే సూర్యదీప్తి తక్కువగా ఉన్నదన్నది విశేషము. ధూళియొక్క ప్రధానకార్యము సూర్యరశ్మిలోని చిన్న తరంగాయతులను చెదిర్చేపి భూమిని చేరకుండా చెయ్యడమే.

భూదీప్తిని ధూళికణాలు ఏమిచేస్తాయా అన్నది కనుక్కోవడము ఇంకా కష్టము. ముఖ్యమైన చిక్కు ఏమిటంటే దీర్ఘతరంగాయతుల దీప్తిని ధూళి పీల్చనూ పీల్చుతుంది. చెదర్చనూ చెదుర్చుతుంది. భూదీప్తియొక్క వర్ణచిత్రంలో నీటి ఆవిరి

కార్బన్ డై ఆక్సైడూ పీల్చేమేరలు కొన్ని ఉన్నాయి. ఇంకా కొన్నిమేరలలో ధూళిదే పైచేయి. కనుక పరిశోధన ఇంకా బాగా జరిగితేనేగాని ఈ క్షేత్రంలో నమ్మకంగా తీర్మానాలు చెయ్యడము కష్టము.

బాగుగా దళసరైన ధూళిపొరకు బాగా దిగువనఉన్న మబ్బుపొరకు ఉన్న ప్రభావమే ఉంటుందనుకోవచ్చు. (అలాంటి) మబ్బుకిపైన దీప్తి, మబ్బుపైకి పంపే దానికీ (దానిమీది) వాతావరణము కిందకి పంపేదానికీ తేడా దీప్తి అవుతుంది. మబ్బుమీదగాలి మబ్బుకన్న చల్లనే కనక, మబ్బుకి దానిమీదనుంచి అందేదీప్తి, అది పైకి పంపేదానికన్న తక్కువే అవుతుంది. దీనివల్ల మబ్బుయొక్క ఉపరిభాగము క్రమంగా శక్తిని నష్టపోయి, చల్లబడుతుంది.

మబ్బు క్రిందప్రక్కనమాత్రము దిగువనున్న వెచ్చని భూమినించీ గాలినించీ దీప్తిని పొందుతుంది. కనుక మబ్బుయొక్క పీఠము వెచ్చబడుతుంది. మబ్బు రెంటా వెచ్చబడితే దాని దిగువనా పైనా చల్లబడడమే మిగులుతుంది. భూమికి చేరువగావున్న ధూళిపొరవల్లకూడా ఇంచుమించు ఇంతే జరుగుతుంది. పీఠము దగ్గర వెట్ట కొంత అటూ ఇటూ అయితే కావచ్చునుగాని పైపొర చల్లబడడము మాత్రము ఎక్కువే. చివరికి జరిగేది మొత్తంగా చల్లబడడమే. అయితే మనము ఇక్కడ ధూళిపొర అన్నది ఒక్కటే అన్నట్టు ప్రసంగించుకున్నాము. వాతావరణంలో చాలా ధూళిపొరలుంటే మొత్తపుఫలితము ఇంత సులువుగా ఉండదు. ఇలాంటి కారణాలవల్లనే రాజస్థానముమీద ధూళినిగురించి ఇంకా ఎంతో తెలుసుకోవలసినది ఉన్నది.

6·6 ధూళిని తీసెయ్యడమువలన ఆర్థికలాభాలు :

భారతదేశానికి ఆర్థికంగా వ్యవసాయము ఎంత ముఖ్యమైనదో ప్రత్యేకంగా చెప్పనవసరములేదు. భారతీయులలో 69% కి వ్యవసాయపరిశ్రమే వృత్తి అయినది, దేశ ఆదాయానికి పెద్దభాగాన్ని చేర్చుతున్నది. అయినా ఆహారపుకొరత కొంతకాలంగా మనవెంటా ఉంటున్నది. ఎడారిభూమిని సారవంతము చేయగలిగితే మన ఆహారసంపదను పెంచవచ్చును. పెరుగుతూన్న జనాభాకి అదనపుస్థలము చూపించవచ్చును.

ఈ అధ్యాయంలో ఎడారిని సారవంతము చేసేయత్నంలో వాతావరణవిజ్ఞానానికి ఎంత ప్రమేయముకలదో వివరించాము. భూమిని నిలవరించేయత్నం సులభమైనదేమీ కాదు. ఇప్పుడున్న ఇసుకపొరమీద గడ్డిపొరను ఏర్పరచడము వ్యవసాయ ఇంజనీయరింగువారి సమస్య. కాని అది జరిగితే లాభకరమే అంటాయి వాతావరణ విజ్ఞానసూచనలు.

చాలినంత గడ్డిగాని భూమిమీదఉంటే, గాలిలోకివెళ్ళే ధూళి తగ్గుతుంది. దీనివల్ల, ఇంతకుముందు సూచించినట్లుగా ఋతుపవన పరిస్థితులు నిలబెట్టేటట్లుగా శీతలపురేటు తగ్గుతుంది. వాయువు అవరోహించే మేరకూడా తగ్గుతుంది. ఇది తగ్గితే వాయు ఆరోహణకి అనుకూలపరిస్థితులు ఏర్పడతాయి. వర్షపాతము ఎక్కువ కావడానికి వీలు కలుగుతుంది.

ఇంకొకవిశేషముకూడా ఉంది. గాలిలోగాని ధూళి తక్కువగావుంటే ఎక్కువ సూర్యశక్తి పగటిపూట భూమికి చేరుతుంది. రాత్రిపూట ఇదివరకుకంటె ఎక్కువగా చల్లబడుతుంది. పగలు ఎక్కువ సూర్యదీప్తి అందడమువల్ల, అంటే, రాత్రికీ పగటికీ ఉష్ణోగ్రతాభేదము జాస్తిగా ఉంటుందన్నమాట. పగటిఉష్ణోగ్రత హెచ్చించీ రాత్రిది తగ్గించగలిగితే మంచు ఏర్పడడానికి అనుకూలత ఏర్పడుతుందని బాగా తెలిసినసంగతే. పొడిభూములకు సగము పొడిభూములకు మంచు నీటితడికి ముఖ్యాధారము.

ఇలాటి అవకాశా లెన్నోఉన్నాయి వైజ్ఞానికంగా ఉపయోగిస్తే లాభాలిచ్చేవి. 1952 వ సం॥ లో జరిగిన రాజపుటానా ఎడారి సమస్యాలోచనసభలో కీర్తిశేషులు యస్. యల్. హోరా ఇలా అన్నారు: "ఒక్కసంగతిని అందరూ వేలుచూపి చెపుతున్నారు. అదేమిటీ అంటే, రాజపుటానా ఎడారి ముఖ్యంగా మానవుడు చేసిన యెడారేనని. అడవులు కొట్టీ, కాల్చేసీ, నేలను అశ్రద్ధచేసీ మానవుడే దానికి కారకు దయ్యాడని. ఋతుపవన వాయుప్రవాహాలు రాజస్థానముమీదికి తెచ్చే నీటి ఆవిరి తడికి గొప్ప ఆధారము. దీనిని మన ప్రయోజనానికి ఉపయోగించాలని ప్రయత్నించడము సహజమే కదా?"

అధ్యాయము 7

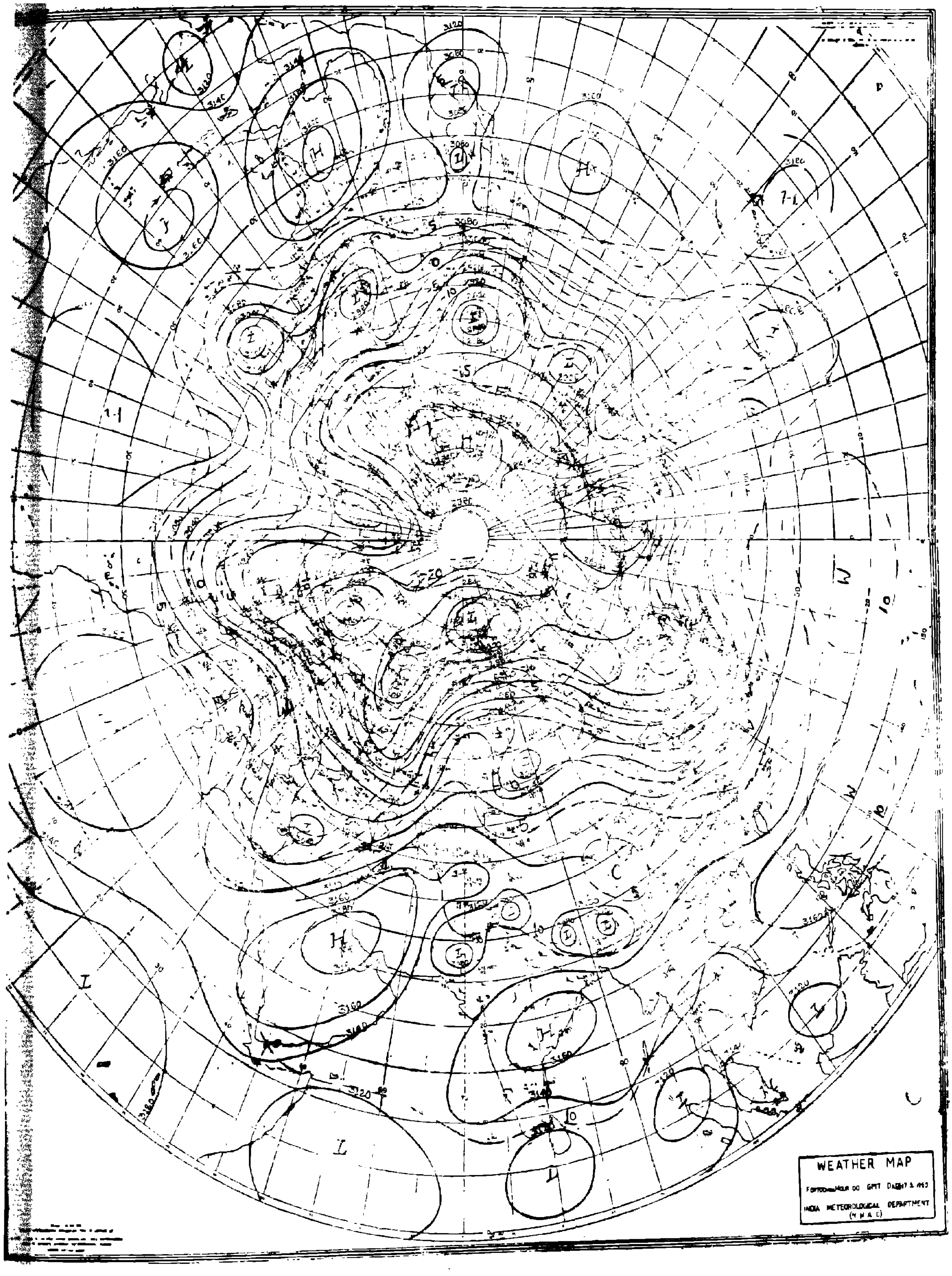
ఋతుపవనము సినాప్టిషియను తబిశీళ్ల కూర్పు

సినాప్టిక్ అన్నమాట వాతావరణవిజ్ఞానములో బహుళముగా ఉపయోగమవుతున్న దేమో. 'సినాప్టిక్ అవలోకనాలు' 'సినాప్టిక్ వాతావరణవిజ్ఞానులు' 'సినాప్టిషి యనులు' అన్నమాటలు తరుచు వినబడతాయి. ఈ మాటకు 'ఒక నిర్ణీతకాలానికి సంబంధించిన అవలోకనవస్తువును ఇచ్చుట' అని అర్థము. అది విశాలభూభాగాల మీది వాయు శీతోష్ణతాస్థితికి సింహావలోకనాన్ని ఇస్తుంది. ఒకకాలపు శీతోష్ణతను చూపించే మ్యాపు వాతావరణవిజ్ఞానానికి 'సినాప్టిక్ పటము'. వాయుస్థితికి మార్పుని గ్రహించడానికి ఆధునిక వాతావరణ విజ్ఞానకార్యాలయములో ఎన్నో సెట్లు సినాప్టిక్ ఛార్టులు ప్రతిదినము తయారుచేసుకుంటారు. ప్రక్కపుటలో, మన భారత దేశములో పెద్ద వాతావరణ సూచనకేంద్రాలలో ఒకటయిన 'ఉత్తరార్ధగోళ విశ్లేషకేంద్ర ములో తయారుచేయబడిన అర్ధగోళ వాయుస్థితి పటము చూపినాము. ఈ మ్యాపు ఉత్తరార్ధగోళములో నంతటా విస్తరించియున్న వేయి అవలోకనకేంద్రముల నుంచి చేరిన వాతావరణస్థితి తబిశీళ్లు గలిగినది.

ఎక్కడెక్కడి వాయుస్థితి పటాలనుంచీ ఇంత పరిమాణాలలో అవలోకన వస్తు సేకరణ చెయ్యడము లాఘవకార్యమేమీ కాదు. అర్థవంతములైన నిగమనాలు చెయ్యడము, ముందుస్థితి ఇలాగ వుంటుందని ఊహించిచెప్పడము ఇంకా క్లిష్ట మైన సమస్య - సినాప్టిక్ వాతావరణవిజ్ఞాని ప్రతిరోజూ చేసేపనిలో ఉపయోగించే సినాప్టిక్ సాధనాలను కొన్నిటిని చూద్దాము.

7·2 భారతదేశంలో వాతావరణ అవలోకనాల అభివృద్ధి :

వాయుపరిస్థితిని అంచనావేసి చెప్పడము భారతదేశములో నూరేండ్ల నాటిది. వాతావరణ అవలోకనాలు రికార్డుచేయడమన్నది పద్దెనిమిదో శతాబ్దము చివరలో ఈస్టిండియా కంపెనీ పాలనలో ప్రారంభమైంది. చారిత్రికంగా సాధనసామగ్రి బాగావున్న స్టేషనులు మద్రాసు (1796), సిమ్లా (1840), బొంబాయి (1841),



పటము 7·1

ఈ పటమువంటి వాయుస్థితి మ్యాపులు ప్రతిరోజూ చేయవలసిన వాతావరణ అంచనా ప్రకటనలకు సహాయకారులు.

నీలగిరి (1847) లలో స్థాపించారు. 1874-75 లలో కేంద్రప్రభుత్వము ఏర్పర చిన వాతావరణ విజ్ఞానశాఖవారి అజమాయిషీలో భారతదేశమందంతటా పద్ధతి ప్రకారము అవలోకనాలు జరిపే ఏర్పాటు చేశారు. ఈ పనిలో అంతకుముందుగా ప్రారంభమైన ఎన్నో రాష్ట్రీయవాతావరణ విజ్ఞానసంస్థలు కేంద్రసంస్థకిందికి వచ్చాయి. ఈ సంస్థ క్రమంగాపెరిగి వృద్ధిఅయింది. దాని నమోదుభాండారాలలో అరవైనుంచి ఎనభై ఏళ్ళవరకూ వాతావరణ అవలోకనాలున్నాయి. దానిక్రింద పనిచేసే అవలోకనకేంద్రాలు ఈనాడు నాలుగువందలు దాటాయి.

భారతదేశమంత పెద్దదేశానికి వాతావరణ విజ్ఞానసేవ చెయ్యడానికి సిబ్బంది ఎక్కువసంఖ్యలో కావాలి. వీరంతా సినాప్టిక్ వాతవరణఛార్టులు రోజుకి ఎన్ని మారులో నిర్మించడానికి సాయపడుతూ ఇరవై నాలుగుగంటలూ అంచనా గమనికా చేస్తూంటారు. ఈ రీతి సేవయొక్క సామర్థ్యము వాతావరణ అవలోకనాలను శీఘ్రంగాచేర్చి పంపగలతంత్రీ నిస్తంత్రీ వార్తాసంస్థల నిర్వహణమీద ఎక్కువగా ఆధారపడుతుంది. చారిత్రికదృష్ట్యా తొలిరోజులలో వాతావరణ విజ్ఞానవస్తువు కార్డులద్వారా అందించేవారన్నది చిత్రముగా కనపడుతుంది. టెలిగ్రాపుద్వారా గాలి వాటు వార్తలను పంపడమన్నది 1876 వ సం॥ లో ప్రారంభమై పై సంవత్స రాలలో విస్తృతి అయింది. అఖిలభారత దైనిక వాయుస్థితి రిపోర్టు—80 అవ లోకన కేంద్రాలనుండి వచ్చిన సాంకేతిక టెలిగ్రాములమీద ఆధారపడినట్టిది— 1878 వ సం॥ లో మొదట దర్శనమిచ్చింది. 1903 వ సం॥ నాటికి భారత వాతా వరణ విజ్ఞాన సేవాసంస్థ భారతదేశము, బర్మా, పెర్షియన్ ; సింధుశాఖలలోవున్న దాదాపు 200 సంస్థల టెలిగ్రాములపైన ఆధారపడిన తొలి వాయుస్థితి మ్యాపును తయారుచేయగలిగింది.

ప్రపంచం మొత్తంమీద వాతావరణవిజ్ఞానము పెరగాలంటే అంతర్జాతీయ సహ కారము అతి ముఖ్యము. 1853 వ సం॥ లో ఏర్పడిన అంతర్జాతీయ వాతావరణ విజ్ఞానసంస్థ ఈ ఉద్యమంలో మొదటి అడుగు అనవచ్చు. తొలిరోజులలోని 'సహకారము', వేర్వేరు వాతావరణవిజ్ఞాన సేవాసంస్థల డైరెక్టర్ల సభలరూపంలో వుండేది. వారందరికీ సాయపడే నిపుణులసంఘాలు ఉండేవి. రెండో ప్రపంచ యుద్ధము తర్వాత ఈ సంస్థపేరును 'ప్రపంచ వాతావరణ విజ్ఞానసంస్థ' (WMO)

అని మార్పుచేశారు. దానిహోదా యునైటెడ్ నేషన్సువారి ప్రత్యేకశాఖగా పెంపొందింది.

యుద్ధసంవత్సరాలలో (1939-45) మన దూరవార్తా ప్రచారపుఏర్పాట్లు వృద్ధి చేయడానికి మద్దతు లభించింది. వాతావరణవిజ్ఞానము అందించడానికి ప్రాంతీయ ప్రాసారాలు ప్రవేశపెట్టేరు. దీనికి సంబంధించిన తబిశీళ్లు అందించుకోవడానికి టెలిప్రింటర్లు అల్లినట్టుగా దేశమంతటా ఏర్పాటుచేశారు. ఈ సందర్భంలోనే ఢిల్లీలో అదనంగా ప్రత్యేకరాష్ట్రి చిన్న ప్రసారకేంద్రాన్ని ఏర్పాటుచేశారు. ఈ సంస్థ బాధ్యత పేర్వేరు దక్షిణాసియాదేశాల వాతావరణస్థితి తబిశీళ్ళను చేర్చి వాటిని తక్కినదేశాల ఉపయోగము నిమిత్తము పునఃప్రసారము చెయ్యడము.

యుద్ధానంతరకాలములో ఇటీవల వైమానికపయనాలలో అత్యద్భుతకార్యాలు సాధించారు. రెండో ప్రపంచయుద్ధము అయ్యేసరికి విమానాలవేగము 450 నాట్లు దాటిపోయింది. తరువాత ఎనిమిదిసంవత్సరాలలో విమానాల అత్యధికవేగము 600 నాట్లకు పెరిగింది. ఇటీవల పరిస్థితులను సమీక్షిస్తే శబ్దాతిక్రమవేగముగల విమానాలప్రవేశములకు అట్టే ఆలస్యములేదని తెలుస్తుంది.

ఈ అభివృద్ధులదృష్ట్యా వాతావరణ విజ్ఞానక్షేత్రంలో అంతర్జాతీయ దూర వార్తా ప్రచారాలు చాలా ప్రధానాలు. మనదేశానికి అత్యధికలాభము - ఈ అంతర్జాతీయ సహకారాలవల్ల కొత్త ఢిల్లీలోని ఉత్తరార్ధగోళ ఆదానప్రధానకేంద్రమే ననాలి. ఆసియాలో ఈ పెద్ద వార్తాగ్రాహకకేంద్రము ప్రపంచ వాతావరణవిజ్ఞానసంస్థ వేసిన విస్తారపథకంలో ఒకభాగము. ఆ పథకము ఉత్తరార్ధగోళపు ముఖ్య వాతావరణ విజ్ఞానకేంద్రములను వాయుస్థితి తబిశీళ్లు అందుకోవడానికి వీలుగా రేడియో టైపు పరిపథాలతో కలిపేయత్నము. ఇందుకుగాను W.M.O. (ప్ర. వా. వి. సం) ఎంచుకున్న నగరాలు న్యూయార్కు, ఫ్రాంక్‌ఫర్టు, మాస్కో, కొత్త ఢిల్లీ, టోకియోలు. కొత్త ఢిల్లీకీ మాస్కోకీ లింకు 1960వ సం॥ లో ప్రారంభించబడింది. కొత్త ఢిల్లీకీ టోకియోకీ లింకు ఆ పై సంవత్సరములో ఏర్పరిచారు.

ఈవిధంగా రేడియో టెలిటైపువార్తలు ప్రవేశపెట్టినందువల్ల హెచ్చు పరిమాణాలలో వాయు వార్తావస్తువును అతి సూక్ష్మకాలంలో అందిపుచ్చుకోవడానికి వీలు

ఏర్పడింది. ఈనాడు ఉత్తరార్ధగోళంలోని వేయికిమించిన సాధారణకేంద్రాలు, 650 ఉపరి వాయుకేంద్రాలనుంచి అవలోకనము జరిగిన కొద్దిగంటలలో వాయుస్థితి వార్తలు అందిపోతున్నాయి. పోస్టుకార్డులవల్ల వార్తలు పంపేనాటికీ దీనికీ చాలా దూరముంది. ఇంత అభివృద్ధి నూరు సంవత్సరాలలోపున సాధించబడింది.

ఆధునిక టెలివార్తాప్రసారములో కొత్తఅంశము రేడియో ఫాసిమిలీ ప్రసారము. ఈ సాధనమువల్ల పూర్తిగా విశ్లేషించబడిన వాయుస్థితి మ్యాపు రేడియో ప్రసారమై అందుకునేవారివల్ల అన్ని తటిశీళ్ళతోనూ గ్రహించబడుతోంది. కొత్త ఢిల్లీనుంచి ప్రసారమయ్యే ఈ రేడియో ఫాసిమిలీ ప్రసారాలు భారతదేశపు ముఖ్య వాయుస్థితి అంచనా కేంద్రాలన్నిటివల్ల, యూరపులోని ప్రముఖకేంద్రాలవల్ల, మధ్యప్రాచ్య ఆగ్నేయాసియాలలోనూ అందుకోబడుతున్నాయి.

ఈ వాతావరణ విజ్ఞాన టెలివార్తాప్రసారాలలో జరుగుతున్న శీఘ్ర తాంత్రిక వృద్ధిని గమనిస్తే భవిష్యత్తు ఎలాగ ఉంటుందో చెప్పడము కష్టమనిపిస్తుంది. ఎంతోదూరములేని భవిష్యత్తులోనే ఈనాటి తాంత్రికపద్ధతులన్నీ మారిపోయి ముఖ్యంగా అంతరిక్ష తంత్రవ్యాప్తివల్ల కొత్తపద్ధతులు వస్తాయి అనడము కేవలం ఊహాగానము కాదు.

ఆధునిక వాతావరణవిజ్ఞానసేవకు కావలసిన సంఘటనాన్ని క్లుప్తంగా చిత్రించాము. దీని వైజ్ఞానిక వస్తువుమాట అటుంచి, వాతావరణస్థితిని తెలుసుకోవడమన్నది. వార్తాప్రసారాలు చెడి తెగిపోవడము, ముఖ్యసంగతులు అందకపోవడము, సాధనాలు పనిచెయ్యకపోవడము వ్యక్తుల వైలక్షణ్యాలతో పెద్ద ఆధునికపరిశ్రమను నడపడమువంటిదని పాఠకులకు తేటతెల్లమయి ఉంటుంది. ఎవరికైనా సందేహము కలుగవచ్చు ఈరీతి విస్తృతసంఘటనము రేపటి వాయుపరిస్థితిని అంచనావేసి చెప్పడానికి ఎలాగ సాయపడుతుంది అని. ఇంకా స్పష్టంగా ప్రశ్నించాలంటే, భారత దేశ వాతావరణము ఎలాగుంటుందో నిర్ణయించడానికి పసిఫిక్ సముద్రమధ్యంలో కొంతకాలమువెనుక వాయుస్థితి ఎలాగున్నదో తెలుసుకోవడము ఎందుకు?

దీనికి జవాబు, భారతదేశముమీద వాయుశీతోష్ణతాస్థితికి కారణమైన వాయు సంఘాలు మనదేశ సరిహద్దులకు అవతల ఉన్నాయి అన్నసత్యములో ఉంది.

ఇదివరకే చెప్పుకున్నట్లు, మే మాసముచివర, వాయవ్యభారతములో గాలి అతివేడిగా ఉన్నప్పుడు హిందూమహాసముద్రములోని నైఋతి వ్యాపారపవనాలు భూమధ్య రేఖనుదాటి అరేబియా సముద్రములోనికి బంగాళాఖాతము దక్షిణప్రాంతానికీ చేరుతాయి. ఋతుపవన వర్షపాతాన్ని అర్థముచేసుకుని అంచనా వెయ్యడానికి భూమధ్య రేఖకి దక్షిణానఉన్న పరిస్థితులు తెలుసుకోవాలి. దురదృష్టమేమిటంటే అవలోకన వస్తువు లేకపోవడమువల్ల ఇది వాతావరణవిజ్ఞానులకు ఎరుకపడడము లేదు.

7·3 ఋతుపవన వాయుస్థితులు :

భారతదేశపు పెద్దపెద్ద భాగాలమీద ఋతుపవనము వర్షపాతములో చాలామటుకు బంగాళాఖాతమునుండి కదిలే చక్రవాతపు అవనమనములతో చేరిఉంటున్నది.

దేశాల మ్యాపులమీద పర్వతాలు లోయలు సమానమట్టపు రేఖలవల్ల సూచింపబడినట్టే వాయుస్థితి మ్యాపులమీద హెచ్చు వాయుపీడనము తక్కువ వాయు పీడనముఉన్న ప్రదేశాలు సూచింపబడతాయి. ఎక్కువ పీడనమున్నచోటులు ప్రతి చక్రవాతము అనీ తక్కువపీడనముగూడిన చోటులు చక్రవాతమనీ అవనమనమనీ అంటారు. బంగాళాఖాతములోనే అవనమనము ఏర్పడిందీ అంటే నూర్ల కిలోమీటర్ల విశాలమేరలలో వాయుపీడనము తగ్గిపోతూంటుంది. ఈ పీడన ప్రవణత ననుసరించి గాలి చక్రపు టంచుమీద తిరిగినట్టు తిరుగుతుంది. ఇది ఉత్తరార్ధగోళములో అపసవ్యప్రదక్షిణమార్గంలో వుంటుంది. భూమిచుట్టూ తిరిగే ఉపగ్రహాలనుంచిచూస్తే ఇవి భూమిని అంటి తిరిగే వాయుమండలములోని సుడిగుండాలులాగ కనుపిస్తాయి.

సగటున జ్యూను, సెప్టెంబరుల నడుమ బంగాళాఖాతమునుంచి నేలమీదికి ఎనిమిది చక్రవాతపు టవనమనాలు వస్తాయి. వీటిలో చాలామటుకు బంగాళాఖాతములో ఎక్కడి వక్కడే ఏర్పడుతూండడము గమనించతగ్గ విషయము.

బంగాళాఖాతపుతావునుంచి అవనమనము తీరమువైపు కదులుతూంటే కుంభవృష్టి దాళ్ళు దక్షిణ బెంగాలు ఆగ్నేయ బెంగాలు దిగువ అస్సాములకు వ్యాపిస్తాయి. తుఫాను పశ్చిమానికి కదలడముతో వర్షము ఒరిస్సా, ఛోటా నాగపూరు, బీహారులకు విస్తరిస్తుంది. తుఫాను ఒరిస్సాతీరాన్నిదాటి మధ్యప్రదేశాన్ని ప్రవే

శించేసరికి, అవనమనపు ఉనికి ఋతుపవనముయొక్క అరేబియానముద్రశాఖని బలపరుస్తుంది. దీనివల్ల మధ్యప్రదేశములో మోతాదువానలు జడివానలు కురిసి ఉత్తరప్రదేశపు దక్షిణజిల్లాలకు ద్వీపకల్పపు ఉత్తరభాగానికీ విస్తరిస్తాయి. అవనమనము రాజస్థానులోనికి గుజరాతుకీ వానల్ని తీసుకువెళ్ళి వాయవ్యభారతములో కాలానుసారంగా ఏర్పడే తక్కువ పీడనపుమేరలకు చేరిపోవచ్చును.

ఒకొక్కప్పుడు ఈ అవనమనాలు ఉత్తరభారతానికి పంపుతిరిగివచ్చి పంజాబు, కాశ్మీరులలో విరిగిపోవచ్చు. ఆ సందర్భములో ఋతుపవనముయొక్క అరేబియా సముద్రశాఖ తుఫానుండేచోటికి అదనపు నీటిఆవిరిని సరఫరాచేయవచ్చును. పంజాబు హిమాచలప్రదేశములలో కుంభవృష్టి కురియవచ్చును.

సాధారణంగా అవనమనము దాటిపోయినతర్వాత ఋతుపవనము బలముతగ్గి వానలు ఆగుతాయి. అయితే కొన్నిదినాలతర్వాత ఋతుపవనము పునరుద్భవమై బంగాళాఖాతపు కేంద్రంలో ఇంకొక అవనమనము ఏర్పడి ఇంతకు పూర్వపు వర్ష కార్యక్రమము మళ్ళీ జరుగుతుంది. అంటే ఉత్తర హిందూస్థానములోను దేశ మధ్యభాగములోను కురిసేవానలో ఆవర్తిత కొంత ఉన్నదన్నమాట. మొత్తము కొన్ని వర్షావసరాలుగా మధ్యన కొన్నిదినాల విరామాలతో వస్తూవుంటుంది అది. వాతావరణవిజ్ఞానులు దీనిని ఋతుపవననాడి అంటారు. తక్కువపీడనపు ఋతుపవనలోయ రోజురోజుకీ చోటుమార్చడము దీని ముఖ్యలక్షణము.

భారతదేశపు ఋతుపవనమునుండి కొరకబడని వర్తనము. పినాప్టిషియను దృష్ట్యా ఏమిటంటే ఋతుపవనలోయల అవర్తచలనము. ఋతుపవన శీతోష్ణతా స్థితినిగురించి వివరిస్తూ, ఈ లోయయొక్క అక్షము గంగామైదానానికి ఉత్తరానికీ దక్షిణానికీ కదులుతూంటుందని చెప్పుకున్నాము. ఆ అక్షము దక్షిణానికి బాగా వచ్చినకొద్దీ ఆర్యావర్తమంతటా విస్తృతంగా వర్షాలు వ్యాపిస్తూన్నట్లు గుర్తించారు. అక్షము ఉత్తరానికి జరిగినప్పుడు వర్షాలు ఉత్తరానికి హిమాలయపీఠపు కొండలవైపు జరుగుతుంది. ఋతుపవనలోయ ఉత్తరాన్నఉంటే దాని అరేబియా సముద్రశాఖ తీవ్రత తగ్గుతుంది. బంగాళాఖాతశాఖ ఈశాన్యానికి ముఖ్యంగా అస్సాముకి పరిమితమై ఉంటుంది. ఇలాటి సన్నివేశాన్ని భారత వాతావరణవిజ్ఞానులు ఋతుపవనములో 'శైథిల్యము' అని అంటారు. కొన్నిసమయాలలో ఈ శైథి

ల్యాలు సాగుతాయి. అప్పుడు హిమాలయ నదీ జన్మస్థానాలలో నిరంతరాయ వర్షానికీ, నదుల వరదలకీ అనుకూలమవుతుంది. ఈ వరదలువచ్చే మైదానాలలో మటుకు వానలు చాలా తక్కువగానే వుంటాయి.

7·4 ఋతుపవనకాలంలోని చక్రవాతపు తుపానులు :

కొన్నిసమయాలలో వాతావరణపీడనము అవనమనములో కనబడినదానికన్నా ఎక్కువ పడిపోతుంది. హీనపీడనము అప్పుడు బాగా కేంద్రీకృతమై ఎక్కువ చక్రవాతపు తిరుగుడుగా తయారవుతుంది. అవనమనము ఉష్ణమండలపుతుపానుగా చక్రవాతముగా కేంద్రీకరిస్తుందన్నమాట. ఋతుపవనము ఋతువులో ఉష్ణమండలపు తుపానులు తరుచు ఏర్పడుతునే ఉంటాయి.

ఉష్ణమండల తుపానుయొక్క తీవ్రతను వాయువేగముగా సూచించడము సమంజసము. ఆ విధానము అడ్మిరల్ బ్యూఫోర్టు 1905 వ సం॥ లో ఏర్పరచిన వాయు వేగ సూచనావిధానము. ఆయన సముద్రముమీద వస్తువులమీద గాలి ప్రభావాన్ని బట్టి వాయువేగములను పదమూడుతరగతులుగా విభాగించారు. ఆయన వాయువేగ వర్గీకరణముతో అనుకూలిస్తూ మనదేశములోని వాతావరణవిజ్ఞానులు అవనమనాల తుపానుల వర్ణనలు ఈ క్రిందివిధంగాచేసుకొని వాడుతున్నారు.

(i) ఉష్ణమండల అవనమనాలు	:	వాయువేగము 33 నాట్లవరకు
(ii) సామాన్య ఉష్ణమండల తుపానులు	:	వాయువేగము 34 నుండి 47 నాట్లవరకు
(iii) తీవ్రతుఫానులు	:	వాయువులు 48 నుండి 63 నాట్లవరకు
(iv) హరికేనులు	:	వాయువులు 64 నాట్లకుపైన.

ఋతుపవన నెలలలోని ఉష్ణమండలతుపానుల తరుచు సంభవించెడి విషయాన్నిగురించి చాలా వాఙ్మయము మనచేతుల్లో ఉంది. 1891 వ సం॥ నుండి 1960 వ సం॥ వరకూగల డెబ్బయిఏళ్లకాలంలో బంగళాఖాతము అరేబియా సముద్రాలలోని తుపానులసంఖ్యను ఈ క్రిందిపథకములో చూపినాము.

పథకము 7·1

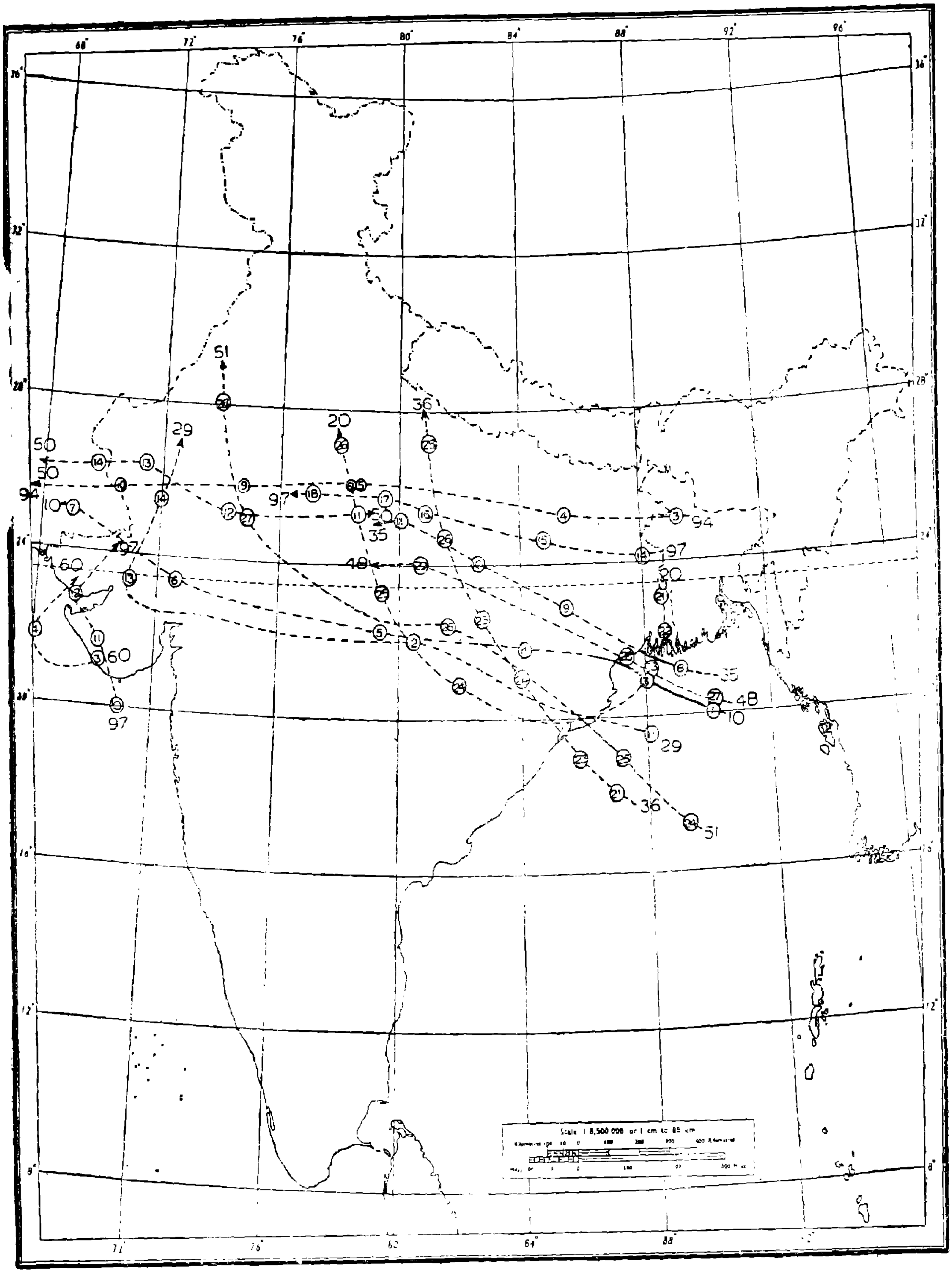
బంగాళాఖాతము అరేబియాసముద్రాలలో తరుచు సంభవించెడి తుఫానులు

నెల	బంగాళాఖాతము	అరేబియాసముద్రము
జనవరి	4 (1)	2 (0)
ఫిబ్రవరి	1 (1)	0 (0)
మార్చి	4 (2)	0 (0)
ఏప్రిల్	18 (7)	5 (4)
మే	28 (18)	13 (11)
జ్యూన్	34 (4)	13 (8)
జ్యూలై	38 (7)	3 (0)
ఆగస్టు	25 (1)	1 (0)
సెప్టెంబరు	27 (8)	4 (1)
అక్టోబరు	53 (19)	17 (7)
నవంబరు	56 (23)	21 (16)
డిసెంబరు	26 (9)	3 (1)
మొత్తము	314 (100)	82 (48)

బ్రాకెట్లలోని అంకెలు తీవ్రమైన తుఫానులవి.

పై పథకమువల్ల ఎన్నో విచిత్రమైనవిషయాలు తెలుస్తాయి. సంఖ్యలనుబట్టి బంగాళాఖాతములోని తుఫానులసంఖ్య అరేబియాసముద్రములోని వాటికన్న చాలా ఎక్కువ. ఎక్కువసంఖ్యలలో తుఫానులు బంగాళాఖాతములో జ్యూలై-నవంబరు నెలల్లో వస్తాయి. అరేబియాసముద్రములో ఎక్కువ తుఫానులు మే-జ్యూన్-నవంబరులలో వస్తాయి. ఋతుపవన ఋతువులో తొలిభాగము (మే-జ్యూన్-జ్యూలైలు) బంగాళాఖాతములోను అరేబియాసముద్రములోను ఉష్ణమండల తుఫానులు ఏర్పడడానికి అనుకూలము.

మేనెలలో బంగాళాఖాతం తుఫానులసంఖ్య పైకి లేచింది. వాటిలో పెక్కులు 10° ఉ. 15° ఉ. నడుమనే ఆవిర్భవించాయి. కాని ఋతుపవన ఆగమనముతో



పటము 7.2

సాధారణ తుఫానుదారులు (జ్యూలై) అంకెలు సంవత్సరాలవి.

తుఫానులు పుట్టేచోటు ఉత్తరానికి కదిలినట్లు కనిపిస్తుంది. బంగాళాఖాత తుఫానులు ఇంచుమించు అన్నీ 16° ఉ. 21° ఉ. లకు నడుమ 92° తూ. పశ్చిమానికి జనిస్తాయి జ్యూనులో. జ్యూలై నాటికి అఖాతపు తుఫానులు 18° ఉ. కి ఉత్తరాన్నా 90° తూ. కి పశ్చిమాన్నా జనిస్తాయి. జ్యూలై తుఫానులు పశ్చిమమువైపు వీచడము గమనించతగ్గది. అవి సాధారణంగా 20° ఉ. కీ 25° ఉ. కీ నడుమనే ఉంటాయి. హిమాలయపీఠ పర్వతాలకు తిరిగి మళ్లడము అరుదు. తుఫానులదారులు - అచ్చపు ఋతుపవన నెలలోని పటము 7·2 లో చూపబడ్డాయి.

1864 వ సం॥ లో కలకత్తాకు తుఫానుదెబ్బవల్ల చాలా తీవ్రమైననష్టము కలిగింది. ఈ తుఫాను బీభత్సముచూసి అప్పటి గవర్నమెంటు భారతదేశాలలో వాతావరణ విజ్ఞానసేవకు సంస్థను స్థాపించారు. దీనికిముందుగానే కలకత్తాలోని సముద్ర న్యాయస్థానాల అధ్యక్షుడు హెన్రీ పిడ్డింగ్‌టన్ భారతదేశపుసముద్రాలలో ఉష్ణమండల తుఫానుల సమగ్రపరిశీలన ప్రారంభింపజేశాడు. ఆయన రచించిన "తుఫాను నియమాలకు నావికుని శృంగగ్రంథము" అనే పుస్తకము నాలుగు ముద్రణలు పొందింది. హిందూమహాసముద్ర తుఫానులకు అదే మొట్టమొదటి దస్తావేజు. (రికార్డు.)

తుఫాను వీచుతున్నప్పుడు ఝుంఝూమారుతాలు, కల్లోలసముద్రాలు నౌకలకు చాలా అపాయకరాలు. తుఫానుతీరానికి చేరువగావుంటే రక్షణలేని చిన్ననౌకలు చేపలు పట్టేవారు తుఫానులో చిక్కుపడి అపాయము పాలవుతారు. తుఫాను తీరాన్ని దాటుతున్నప్పుడు పోటు కాలవలు తుఫానుకెరటాలు లేపి తీరాన్ని ముంచేసి ఆస్తికీ జనానికీ నష్టము కలిగిస్తుంది. తుఫానుతోవచ్చే కుంభవృష్టులు తెచ్చే ముంపిళ్లు తక్కువనష్టము కలిగించేవేమీ కావు. వార్తాపత్రికల వృత్తాంత ములద్వారా, అక్టోబరు 1949 వ సం॥ లో మచిలీపట్టణాన్ని తుఫాను కొట్టినప్పుడు 700 మందిదాకా చచ్చిపోయారని అంచనా వేయబడింది, 9·4 లక్షల ఎకరాలమీద పంటలు పాడై 4·6 లక్షల రూపాయలనష్టము కలిగిందట.

ప్రతి వాతావరణ విజ్ఞాన సేవాసంస్థకూ తుఫాను సూచనచేసి ప్రజలను హెచ్చరించడానికి ఏర్పాటు ఉంటుంది. ఇలాగ హెచ్చరికచేసే (వార్నింగు) సిగ్నల్సు

మనదేశంలో మొట్టమొదట కలకత్తాపోర్టులో 1865 వ సం॥ లో ప్రవేశపెట్టేరు. ఈనాడు ఈపద్ధతి మనదేశపు తూర్పు పశ్చిమతీరాలలోని పెద్ద పోర్టులన్నిటికీ విస్తరింపజేశారు. తుఫాను సూచనచేసే పెద్దరేవులు మద్రాసు, బొంబాయి, కలకత్తా. తుఫాను ఉన్నచోటు, దానితీవ్రత, సుమారయినదారీ ఈ కేంద్రాలలో విశ్లేషించి వెంటనే ఎవరెవరికి హెచ్చరిక ఇవ్వాలో వారికి తెలిసేటట్టు ప్రకటన చేస్తారు. తీరము వెంబడినిఉన్న చిన్నరేవులకు సమీపంగా పోయే ఓడలకువచ్చే తుఫానును గురించి హెచ్చరించే సిగ్నలును ఎత్తుగా కట్టమని ఆజ్ఞలు పంపుతారు. ఈ సిగ్నలు తుఫానుయొక్క తీవ్రత, ఆ రేవుకి దాని దరిదాపు, అది హెచ్చూ తగ్గూ అయే సూచన తెలిపేటట్టుగా వెంటవెంటనే మార్చుతారు. తీరప్రాంతాల జనానికికూడా రేడియోవల్లా ఇతరసాధనాలవల్లా ఉప్పెన, రొజ్జగాలీ, కుంభవృష్టిగురించి హెచ్చరించి జాగ్రత్త పడమంటారు.

తుఫాను దారిలోవున్న ప్రదేశాలలో ఏ రకపు రక్షణ జాగ్రతలు తీసుకుంచే లాభమో ఆలోచించడము ఉపయోగము. ఈ సందర్భములో మా మనస్సులో ఉన్నది శాశ్వతఏర్పాట్లు - అడ్డుకట్టలూ గట్లూను. గాలివేగానికి తట్టుకోగల ఇళ్ళు, వరదలనుంచి రక్షించగల ఎత్తైన ప్లాటుఫారాలుకూడా ఈలాటియత్నాలే. నెదర్లాండ్సువంటి కొన్నిదేశాల్లో అక్కడక్కడిజనాన్ని వరదవచ్చినప్పుడు మట్టిదిబ్బలమీద రక్షణపొందమని చెబుతారు.

శాశ్వతంగానిలిచే గట్టు కట్టడానికి చాలా ఇంజనీరింగునేర్పు హెచ్చయిన డబ్బు పెట్టుబడీ కావలిసిఉంటుంది. రాళ్లతోగాని మట్టితోగాని కట్టినగట్టు పెద్ద కెరటాల తాకిడి దెబ్బకిగాని తీసిపోయే లాగుడుకిగాని చాలాకాలముపాటు నిలువలేకపోవచ్చు. కనుక మారగలకట్టలు వాటికి రక్షణపొరలుగురించి ఆలోచించాలి. ఆ పొరలు అసలు కట్టలు కొట్టుకుపోకుండా కాచేవి అవాలి.

7·5 చక్రవాతపు తుఫానుల సంరచన :

కుంభవృష్టి బలమైన పరిభ్రమణవేగమూ కాక ఉష్ణమండల తుఫానుయొక్క విశేషము దాని 'కన్ను'. కన్నుఅంటే తుఫానుయొక్క కేంద్రప్రదేశము. అక్కడి పరిస్థితులు చాలా ప్రశాంతంగాఉంటాయి. ఆకాశము నిర్మలంగా ఉంటుంది. మన

దేశంలో 1949 వ సం॥ అక్టోబరునాటి మచిలీపట్నపు చక్రవాతముయొక్క కన్నునుగురించి విచిత్రము ఒకటి చూశారు. మచిలీపట్నానికి సుమారు నలభై మైళ్ల వాయవ్యంగావున్న ఏలూరులో ఒక అవేక్షకుని ఆనాటి అవలోకనాలు ఇవి:

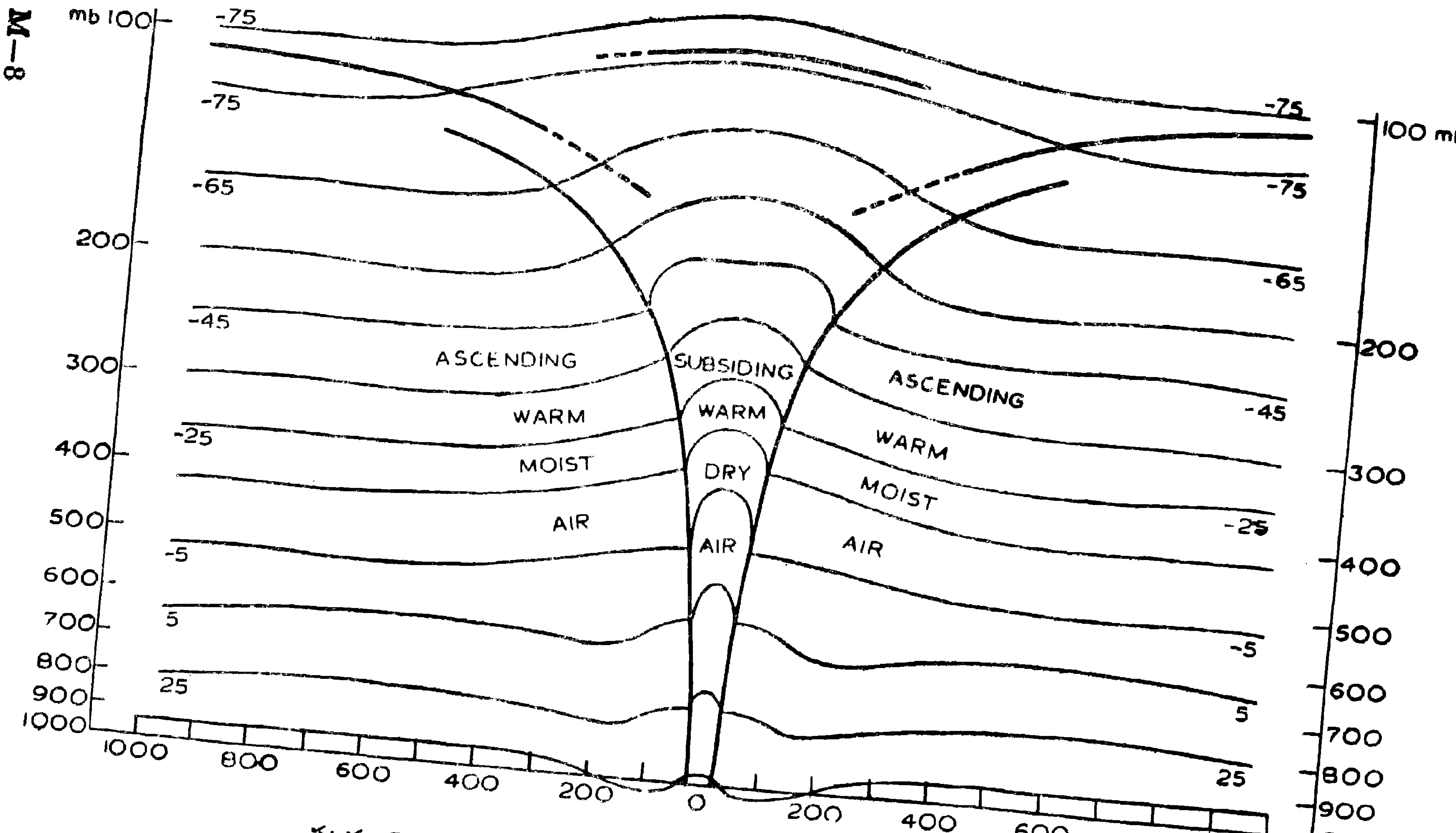
'తుఫాను బీభత్సము 28 వ తేదీనాటిరాత్రి 12 గంటలకీ 3 గంటలకీ నడుమ ఎక్కువగా ఉన్నది. గాలివేగము ఈ ఝామలో సులువుగా గంటకు 130 నుంచి 145 కిలోమీటర్లువరకు ఉంటుంది (80 నుంచి 90 మైళ్లు). తెల్లవారుగట్ల 4 గంటలకు గాలివేగము మందగించింది, 6 గంటలకు బాగా తగ్గింది. గంటకు కొద్దిమైళ్లే వుంటుంది. తెల్లవారినతర్వాత 7 గంటలకి గాలి మళ్ళీ బలమైంది. దక్షిణ నైఋతి వైపు తిరిగింది. ఎనిమిది అయేసరికి మళ్ళీ ఝంఝూలు ప్రారంభమయాయి. మధ్యాహ్నము రెండుదాకా అలాగే విసిరాయి. ఈ గాలివేగము 80 నుంచి 100 కిలోమీటర్లుంటుంది (50 నుండి 60 మైళ్ళు). సాయంత్రం నాలుగుగంటలకు తగ్గింది గాలి.'

28 వ తేది తెల్లవారుగట్ల 4 గంటలనుండి ఉదయము 7 వరకూ ఉండిన ప్రశాంతకాలము తుఫానుయొక్క 'కన్ను' ఆ ప్రదేశాన్ని దాటిన కాలమన్నమాట. ఇతర అవలోకనాలవల్ల ఈ కన్ను అడ్డవ్యాసము దాదాపు 10 మైళ్లు అని తెలిసింది.

రేడియో సాండీల సాయముతోను పరిశోధనా విమానాలసాయముతోను చేసిన పరిశీలనలలో తుఫానువర్షము ఎక్కువగా కురిసినప్రాంతపు కేంద్రమునకుపైన వాయువు దాని చుట్టూరాకంటే వెచ్చగా ఉన్నట్టుతెలిసింది. ఉష్ణమండలపు తుఫాను అడ్డకోతలో ఉష్ణోగ్రతావిస్తరణ 7·3 పటములో చూపబడింది. ఈ బొమ్మలో ఉత్తర అట్లాంటిక్కూ పసిఫిక్కూ ప్రదేశాలలోని పెక్కులు చక్రవాతపు తుఫానులను పరిశోధించిన ఫలితాలమొత్తపు పరిస్థితి సూచించబడింది.

తుఫాను 'కన్ను'మీద వేడిగాలిమాత్రమే కాక, ఉష్ణమండలపు చక్రవాతము ఎన్నోవందల కిలోమీటర్లమేర వ్యాపించిఉండడము విశేషము. 'కన్ను'లోని గాలి వెచ్చనిదీ కిందికి దిగేటిదీ పొడిదీని. దీని వెలుపలిగాలి ఆరోహీ, వేడిదీ, తడిదీని. 'కన్ను' గోడలు కత్తెరగాలుల చోట్లు.

ఉష్ణమండల చక్రవాతపు వాయుక్షేత్రాన్ని చాలామంది పరిశోధకులు అధ్యయనము చేశారు. క్రిందిమట్టాల్లో అప్రదక్షిణమార్గంలో స్ప్రింగు దిగినట్టు లోపలికి



పటము 7.3 ఉష్ణమండల చక్రవాతపు అడ్డకోత. (పాల్మెన్ అంచనా ప్రకారం)

తీసుకొస్తుంది గాలి. ట్రోపో పొరపై ఎత్తుల్లో ప్రదక్షిణమార్గంలో బయటికి పోతుంది. కేంద్రప్రదేశంలోమాత్రము పైమట్టాల్లోకూడా గాలి తిరుగుడు అప్రదక్షిణమార్గములోనే వుంటుంది. ఈ అవలోకనాలు పైమట్టాల్లో బయటికి వెళ్ళిపోయే గాలి, దిగువమట్టాల్లో వచ్చేగాలికంటె ఎక్కువ అని సూచిస్తున్నాయి. భూమిమీద వాయుపీడనపతనము ఈ ఆధిక్యాన్ని సూచిస్తుంది. చక్రవాత అవిర్భావాన్ని గురించిన ముఖ్యసమస్య, ఈ తుఫాను వర్తిస్తున్నంతసేపూ పైమట్టాల్లో గాలి బహిర్గమనము ఏరీతిగా నిలవరించబడుతున్నదో విశదీకరించడము.

చాలామంది గ్రంథరచయితలు ఉపరిట్రోపో పొరలో వాయుప్రవాహస్థితులకు తుఫాను వృద్ధికీ సంబంధాలు కనుక్కోనేయత్నాలు చేశారు. 200 మిల్లీబార్ల ఎత్తున పెద్ద ఎత్తు ప్రదక్షిణపు పరిభ్రమణసుడులు చక్రవాత ఆవిర్భావానికి సాయపడతాయని కనబడింది. ఉపరిమట్టాల ప్రతిచక్రవాతము దిగువన చక్రవాతము ఏర్పడేటట్లు చేస్తుందని చాలామంది అభిప్రాయము. ఇది మహా అయితే చక్రవాతము ఏర్పడడానికి ఒక కారణమవుతుంది, అంతే. ఎందుచేతనంటే, ఉపరి ప్రతిచక్రవాతము దిగువన తుఫానుకు దారితీయని సందర్భాలున్నాయి. దిగువన తుఫాను వృద్ధిఅయ్యే తొలిదశలుగురించి, ముఖ్యముగా కేంద్రములో ఏర్పడి, తరువాత తుఫాను 'కన్ను' అయే వెచ్చని పరిస్థితినిగురించిన భోగట్టా ఇంకా తెలియపలసి ఉన్నది.

చాలామంది సిద్ధాంతికులు ఉష్ణమండలపు తుఫాను అపరిమితమైనశక్తిని ఉద్భవింపజేస్తున్నదన్నసంగతిని జ్ఞాపకము చేస్తున్నారు. చక్రవాతము 660 కిలోమీటర్ల వ్యాసార్థము వ్యాపిస్తుందని గుర్తిస్తే ఆవిర్భవించి ప్రస్ఫుటమయ్యే గతిజశక్తి సెకనుకీ 15×10^{18} ఎర్గులు. ఇది రోజుకి $0 \cdot 36 \times 10^{12}$ కిలోవాట్ గంటలశక్తి.

పెద్ద మెగాటన్ యాటంబాంబుశక్తి 10^9 కిలోవాట్ గంటలు. సరళగణితము వేస్తే ఉష్ణమండల తుఫానువల్ల జనించే గతిజశక్తి సుమారు 350 మెగాటన్నుబాంబులవిజవకి సమానము అని తెలుస్తుంది. ఈ తుఫానుశక్తిని ఏంతమాత్రము పక్కకి తప్పించి వినాశాన్ని తగ్గించగలిగినా వాతావరణవిజ్ఞానులకు మానవాళి భవిష్యత్తంతా కృతజ్ఞులై ఉండగలరు.

ఈ ఆశయమే చిత్రములయిన యునైటెడ్ స్టేట్స్ నవప్రయోగాలను నడిపినట్టు కనుపిస్తుంది. పరిపక్వమైన తుఫాను 'కన్ను'యొక్క గోడలచుట్టూ ఉండే మేఘాలలో రజత అయోడైడుధూళిని విత్తినట్లయితే అది ఎంతో గుప్తోష్ణమును విడుదల చేస్తుందని వాదించారు వైజ్ఞానికులు. దీనివల్ల తుఫానుగాలుల విపరీత తులనస్థితి తారుమారు కాగలదు. దీనిఫలితము గాలివేగము తగ్గించి దాని వినాశక శక్తిని తగ్గించగలదు.

ఈ ఊహను సెప్టెంబరు 1961 వ సం॥ లో ఎస్తరు తుఫానుమీదా ఆగస్టు 1963 వ సం॥ లో బ్యూలా తుఫానుమీద ఉపయోగించారు. రెండు ప్రయోగాలలోనూ ఫలితాలు పై ఊహని బలపరిచాయట. ఒక తుఫానులో గాలి వేగ మాంద్యము 14 శాతము అన్నారు. రెండు ప్రయోగఫలితాలమీదనే ఆధారపడి స్థిరమైనతీర్మానాలు చేసుకోలేము నిజమేగాని తుఫానుల ఆగ్రహాన్నీ వినాశకరశక్తినీ ఎరుగుదుము కనుక వాటిస్వభావాన్ని కొంతఅయినా మచ్చిక చేయడానికి యత్నించడము అవసరమే. రవ్వంత ఉపయోగమున్నా నయమే. దేశాల సిరిసంపదలు ఇంతకన్నా తక్కువ ప్రయోజనకారి ఉద్యమాలకోసము ఖర్చు దూబరా అయాయి గతకాలంలో.

అధ్యాయము 8

ఋతుపవనదారిలో నిరోధములు

పర్వతాలకు భారతదేశపు ఋతుపవనముపైన పెద్ద ప్రభావము ఉన్నవి. ఋతుపవనమునుండి మనము పొందే అనుభవము చాలామటుకు మన పర్వతపంక్తులవల్లనే.

గాలివీచే దారికి అడ్డంగావున్న నిరోధము వాతావరణవిజ్ఞానికి ఆకర్షకము అయిన సన్నివేశము సృష్టించగలదు. కొన్నిసమయాల్లో కొండచరియల సమీపాన్నగాని, చుట్టూ కొండలున్నలోయలోగాని ఉన్నగాలి సూర్యదీప్తివల్ల పగటిపూట వెచ్చబడుతుంది. దీనివల్ల కొండచరియలమీదికి లోయలమీదా పైకిలేచే బలమైన వాయుప్రవాహాలు కలుగుతాయి. పగటిపూట పైకిపోయే వెచ్చనిగాలి తరుచు కొండకొనలకద క్యూములస్ మేఘాలవల్ల సూచన అవుతుంది. సూర్యాస్తమయము తర్వాత పరిస్థితి తిరగబడుతుంది. త్వరగా చల్లబడే కొండచరియలు తమమీద గాలిని చల్లబరుస్తాయి. చల్లబడి బరువెక్కిన ఈ గాలి కొండచరియలమీదనుంచి కిందికి జారుతుంది. పగటిగాలిప్రవాహము తిరగబడినప్పుడు దాన్ని తరుచు కొండగాలి అంటారు.

తరుచు పెద్ద ఎత్తు వాయుప్రవాహాలు పర్వతపంక్తులవల్ల జనిస్తాయి. ఏడ్రియాటిక్ సముద్రపు ఈశాన్యతీరపు 'బోరా' వాయువు, దక్షిణ ఫ్రాన్సులోని మిస్ట్రలు కొండగాలులకు చక్కని ఉదాహరణలు. సన్నని ఈశాన్య ఏడ్రియాటిక్ తీరము వెనుక నిట్టనిలువుగా లేచినఎత్తు పీఠభూమిమీద గాలి చాలా చల్లబడుతుంది. చిక్కగా ఉండడమునుంచి ఇది పీఠభూమి దిగువకి చల్లని విసురుగాలిగా దిగుతుంది. దిగువనున్న తీరముమీద గాలికంటె ఇది చల్లన.

ఇంకొక స్థానికపవనము – కొండలవల్ల జనించినది - యునైటెడ్ స్టేట్సులోను కెనడాలోను 'ఛినూక్' అనబడేది. ఇది కొంత వెచ్చనిగాలి. రాకీ పర్వతాల తూర్పు పార్శ్వాలకు దిగుతుంది. రాకీపర్వతాల పశ్చిమపార్శ్వలో పైకెక్కేగాలి దాని తేమను చాలామటుకు గాలి తగిలేపార్శ్వములో వర్షరూపంలో విడిచేస్తుంది. ఈ గాలి కొండశిఖరానికి చేరేటప్పటికి దాని తడి అంతా పోతుంది. నీటి

ఆవిరి వర్షపునీరు కావడములో విడుదలయిన గుప్తోష్ణమువల్ల ఈగాలి హెచ్చు ఉష్ణోగ్రతలోనే వుంటుంది. ఇది కొండకి అవతలివైపు దిగడము ప్రారంభించగానే సంకుచితమై ఇంకా వెచ్చబడి పొడిగా తయారవుతుంది. రాకీ పర్వతాల తూర్పు చరియలలో ఈ 'చినూకీ' వెచ్చగా పొడిగా చల్లని చలి తర్వాత హాయిగానే ఉంటుంది. ఒక్కరోజులో ఉష్ణోగ్రత గభీమని 20° సెం. పైకిలేవడముకూడా కద్దు.

1921వ సం॥ సర్ జార్జి సింప్సన్[4] భారతదేశము ఉత్తరానఉన్న హిమాలయా పర్వతాలు ఈశాన్యమూలను వాటిమలుపులుచేరి మూతపెట్టె రెండుపక్కలుగా పని చేస్తాయి అని సూచించారు. తక్కిన తెరచివున్నపక్కలు - దక్షిణానికీ పశ్చిమానికీ వున్నవి - ద్వారా ఋతుపవనప్రవాహము ప్రవేశిస్తుంది. బంగాళాఖాతము దక్షిణాన ఉన్న ఋతుపవనవాయువులు ముఖ్యంగా బర్మాతీరమువైపే విసురుతాయి. వీటిని అరకాన్‌పర్వతాలు పశ్చిమబెంగాలు డెల్టాప్రదేశాలవైపు తిప్పుతాయి. ఇలాగ పశ్చిమంగా మళ్లడంవల్ల బంగాళాఖాతపు శిఖరముదగ్గర ఋతుపవనగాలులు నైఋతినుంచికాక ఆగ్నేయమునుంచీ దక్షిణమునుంచీ విసురుతాయి. తీరాన్ని దాటిన తర్వాత ఋతుపవనాలు అస్సాముకొండలకీ తూర్పు హిమాలయపంక్తికీ తగులుతాయి. అస్సాముకొండలు చిట్టగాంగ్‌కొండలు చేరిన పెట్టెలోకి ప్రవేశించి గాలులు విదిగా ఆరోహణము చేస్తాయి. దీనిఫలితము అస్సాముకొండల దక్షిణపు చరియల మీద ఘనమైన వర్షపాతము. మిగిలిన ఋతుపవనప్రవాహములు ఎత్తైన హిమాలయ నిరోధమువల్ల పశ్చిమానికి తిరిగిపోతాయి. కనుక హిమాలయాల దక్షిణపు చరియలకు సిక్కింనుంచి కాశ్మీరువరకూ ఇంచుమించు ప్రతీరోజూ వర్షము అందుతుంది.

ఋతుపవనముమీద పడమటికనుమల ప్రభావము ఇంతకన్న ప్రాధాన్యమేమీ తక్కువ కాదు. పడమటికనుమలు తీరమైదానాలకుపైన కిలోమీటరునుంచి రెండు కిలోమీటర్లవరకు నిట్టనిలువుగా లేచే పర్వతపంక్తి. అవి దాదాపు భారతదేశపు తీరరేఖకు సమాంతరముగా ఉన్నాయి. పడమరనుండి ఈ కనుమలను చేరే తడి వాయుప్రవాహాలు ఈ పర్వతాలను ఎక్కితీరాలి. ఈ ప్రక్రియలో వీటి తడిఅంతా దినదిన వర్షపాతరూపంలో నేలకు దిగిపోతుంది. పడమటికనుమల్ని దాటినతర్వాత

ఋతుపవనవాయువులు దక్కను పీఠభూమికీ మధ్యప్రదేశానికీ అక్కడినుంచి బంగాళాఖాతానికీ సాగిపోతాయి. అయితే ఇవి అప్పుడే తమ తడిని జార్చేసి ఉండడమువల్ల పడమటికనుమల గాలిపార్శ్వానికి పై తూర్పుపార్శ్వానికీ వీటివలన వర్షపాతములో చాలా తేడాలుండడము ఆశ్చర్యమేమీ కాదు.

8.2 పశ్చిమ కనుమలమీదుగా వాయుప్రవాహము :

వాయురాశి నిట్టనిలువు నిరోధాన్ని తాకితే పైకి ఎక్కితీరాలి. తరుచుగా ఇలాగ పైకి ఎక్కడానికి కావలసినంతశక్తి ఆ గాలికి ఉండకపోవడము కద్దు. అలాటి సందర్భాలలో అది నిరోధాన్నిచుట్టి తప్పుకోవడానికి పైకి ఎక్కలేక యత్నిస్తుంది. హిమాలయపర్వతాల్లాంటి పెద్దనిరోధము అడ్డు వచ్చినప్పుడు వాయువులలో చాలా భాగము పైకి ఎక్కడముకన్న చుట్టిపోవడానికే యత్నిస్తుందని మనకు తెలుస్తుంది. కాని, రాకీపర్వతాలు పశ్చిమకనుమలువంటి నిరోధాన్నిగురించి ఆలోచిస్తే, వాటి గాలిపార్శ్వానికీ రెండోపక్కకీఉన్న వర్షపాతభేదము, గాలులు చాలావరకు వాటిని ఎక్కి అవతలికి పోతాయనే సూచిస్తుంది.

ఆగమించే వాయురాశికి దానిమార్గములోని నిరోధాన్ని ఎక్కిపోగలంత శక్తి ఉన్నదని నిర్ధారణ ఎట్లా? ఈ సమస్యను అర్థము చేసుకోవడానికి సాయపడే చక్కని సిద్ధాంతము ఒకటున్నది. అదే బెర్నౌలీ సిద్ధాంతము. ద్రవముగానీ వాయువుగానీ గమిస్తూన్నప్పుడు, దాని స్థితిజశక్తీ గతిజశక్తీ చేరిన మొత్తము ఎప్పుడూ స్థిరంగానే వుంటుంది అని చెపుతుంది బెర్నౌలీ సిద్ధాంతము. భౌతిక విజ్ఞానులభాషలో స్థితిజశక్తి ఒకవస్తువుకి స్థితీరూపముబట్టి ఉండేశక్తి. గతిజ శక్తి అంటే దానికి గమనమువల్ల వచ్చే శక్తి. ఒక వాయుస్తంభముయొక్క గరిమనాభి భూమిమీద 'క' ఎత్తు ఉన్నట్లయితే దాని స్థితిజశక్తి క × గు (గు అన్నది గురుత్వాకర్షణ త్వరణము).

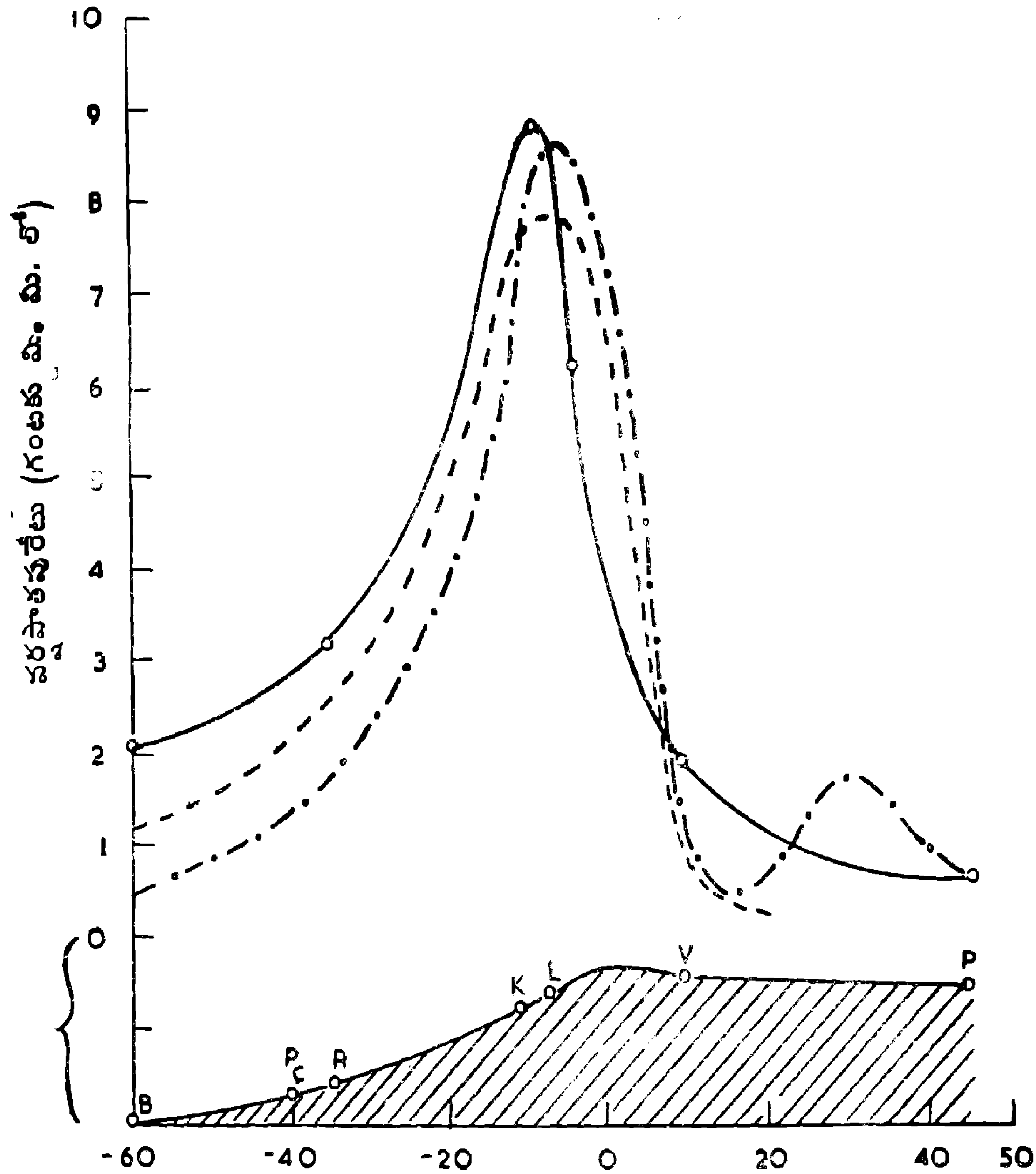
ఒక వాయుస్తంభము ఒక పర్వతముమీదికి ఎక్కుతున్నదంటే దాని గరిమనాభి మీదికి లేస్తున్నదని చెప్పుకోవచ్చును. దీని అర్థము దాని స్థితిజశక్తి హెచ్చౌతున్న దనే. అయితే, బెర్నౌలీ సిద్ధాంతము దాని స్థితిజశక్తి గతిజశక్తి కలిపిన మొత్తము మారదంటున్నది గదా? కనుక ఆరోహించేగాలి స్థితిజశక్తి పెరిగిందీఅంటే దాని గతిజశక్తి తగ్గుతున్నదన్నమాట.

నిరోధముయొక్క ఎత్తు మనకు తెలిస్తే, గాలి దాని శిఖరానికి అధిరోహించినప్పుడు దాని స్థితిశక్తి ఎంత పెరుగుతుందో లెక్కగట్టడము సులభమే. ఇంతే కాక: నిరోధాన్ని గాలి ఎంతవేగముతో తగులుతున్నదో అది తెలిస్తే దానికి ఆ నిరోధాన్ని అధిరోహించగలంత గతిశక్తి ఉన్నదా అని తెలుసుకోవచ్చును.

ఈ రకపు ఆలోచనతో డాక్టర్ ఎస్. కె. బెనర్జీ[1], ఋతుపవనమువంటి పడమటి గాలి వేరే ఆధారమునుంచి దానికి అదనపుశక్తి చేరితేనేతప్ప అది పడమటి కనుమలను అధిరోహించిపోలేదని నిరూపించగలిగారు. ఋతుపవన తడిగాలి పైకెక్కుతూన్నప్పటి ద్రవీభవనమువల్ల విడుదలయిన ఉష్ణము ఈ అదనపుశక్తిని ఇస్తూండవచ్చునని భావించారు.

ఈ అభిప్రాయానికి ఇటీవల ఆర్. పి. సర్కారు[3] పడమటి కనుమలమీద నుంచి దాటుకుపోయే గాలులమీద చేసిన పరిశోధనతో కొంతమద్దతు చేకూరుతున్నది. పశ్చిమ కనుమల చరియలమీదుగా ఎక్కేగాలిని అధిరోహణకు తోసే శక్తియొక్క రేటు లెక్కవెయ్యడానికి వీలున్నది. ఋతుపవనగాలిలో పర్వతాల్ని తగిలేముందు నీటిఆవిరి ఎంతవుంటుందో వాయు సొండింగులనుంచి తెలుసుకోవచ్చు. ఇంత ఇంత నీటిఆవిరిగాని గాలిలోఉంటే అది ఎంత ఎంత రేటులో ద్రవీభవించి నష్టమౌతుందో లెక్క వెయ్యవచ్చు. ఇలాగ తగ్గిపోయిన నీటిఆవిరి అంతా వర్షముగా దిగిపోతుంది అని తొలిఅంచనా వేసుకుంటే, పడమటి కనుమల అవతలిపార్శ్వపు మేరఅంతటా వర్షపాతవిస్తరణ ఏరీతిగా వుండవచ్చునో లెక్కలు తేలుస్తాయి. ఈ లెక్కల్నిబట్టి కురవవలసినవర్షమును అసలు కురిసినవర్షముతో పోల్చడము కేవలము సిద్ధాంతపరీక్ష కాదు. ఆ పార్శ్వపు ఎగుటురూపమువల్లనే అసలు కురిసినవర్షములో ఎంతభాగము కురిసిఉంటుందో తెలుస్తుంది.

ఇంతవరకు జరిగినవిమర్శలు నీటిఆవిరితో నిండిన ఋతుపవనగాలులు పడమటి కనుమలను తప్పనిసరి అధిరోహణము చేయడమువల్ల కురియవలసినవర్షము అసలు కురిసినదానిలో అరవై శాతము లుంటుందని సూచిస్తున్నాయి. కొద్ది సందర్భాలలో ఎనభై శాతాలవర్షము గాలిని కనుమలు లేపడమువల్లనే కురుస్తుందని తేలింది. 8.1 పటములో అసలు కురిసినవర్షాన్ని లెక్కలవల్ల తేలినవర్షాన్ని పక్క



పటము 8.1

పడమటికనుమలలో అసలు పడినా, లెక్కకట్టినా, వర్షపాతము

(ఆర్. సి. సర్కారు అంచనాప్రకారము)

నిండుగీతలు అసలు పడినది. చుక్కలగీతలు లెక్కలు తేల్చినది.

పక్కలపోల్చి చూపాము. ఈ పోలిక అచ్చాణీ. ఋతుపవనదినము (1961 వ సంవత్సరపు) జ్యూన్ 5 వ తేదీ నాటిది.

ఈపటము చూపే ముఖ్యమైనవిషయము లెక్కలు తేల్చిన వర్షానికీ అసలు కురిసినవర్షానికీ గల సన్నిహితసంబంధము. చిత్రంగా, ఎన్నోసందర్భాలలో లెక్కలు సూచించే అధికవృష్టికీ వాస్తవంగా పడినవర్షానికీ సమానతసూచన అయింది. వాస్తవంగా పడిన అధికవృష్టి తొంభై పాళ్లు గాలుల అధిరోహణవల్లనే అని అనుకోవచ్చును.

ఋతుపవనపరిస్థితులు బలంగా వున్నరోజున లెక్కలు, పర్వతశిఖరానికి గాలి వచ్చేవైపు 10-12 కి. మీ. దూరాన్న అత్యధికవర్షము పడవలసిఉన్నదని సూచిస్తున్నాయి. ఋతుపవనపరిస్థితులు బలహీనంగాఉన్నప్పుడు శిఖరానికి 25 కిలో మీటర్లలో అత్యధికవర్షం పడాలి.

కొండల శిఖరంనుంచి గాలి వెళ్లేవైపు వెళ్ళినకొద్దీ వర్షపాతము గభీమని దిగిపోతుంది. రాకీపర్వతాలదగ్గరలాగ గాలి వచ్చేవైపు దిగిపోయేవైపు ఉష్ణోగ్రతలో పెద్దతేడా లేదు. పడమటికనుమలవైపు గాలి దిగేవైపు వెచ్చగానైతే వుంటుంది గాని వచ్చి తగిలేవైపుకంటే పెద్ద వెచ్చదనము ఏమీ ఉండదు.

అంతర్జాతీయ హిందూమహాసముద్ర పరిశోధనా ప్రయాణములలో కనబడ్డ చిత్రమైనఫలితము హిందూమహాసముద్రముమీదా అరేబియాసముద్రము దక్షిణ భాగాలమీదా, ఋతుపవనప్రవాహము లోతెంతో లేదన్నది. కాని అది భారతదేశపు తీరరేఖకు 200 కి. మీ. దూరానికి రాగానే దానిలోతు చటుక్కున 6 కిలో మీటర్లకు ఎక్కువవుతున్నది. ఈ ఆకస్మిక ఆధిక్యత పశ్చిమకనుమల అడ్డవల్లనే అని కొందరు ఊహించారు. కాని ఈ ఊహ వాదానికి నిలువలేదు. ఋతుపవనగాలులు పశ్చిమకనుమల్ని చేరవచ్చినప్పుడు 50 కిలోమీటర్లదూరానికి వచ్చినప్పుడే ఎత్తుకి లేవడము ఆరంభిస్తాయి. కనుక ఋతుపవనప్రవాహాన్ని పైకిలేపే శక్తులేవో ఇతరమైనవి ఉండియుండాలి.

గాలికి స్థైర్యము లేకపోవడము ఒక కారణము కావచ్చు. ఇంతకుపూర్వపు అధ్యాయాల్లో గాలి సాంద్రతలోని భేదాలుకారణంగా నిలువుగా చలించడానికి అను

కూలత ఏర్పడుతుందని చెప్పాము. ఇలాటి చలనాలు జరిగినప్పుడు వాతావరణము చాలా అస్థిరంగా వుంటుంది. సంతృప్తవాయువుకి ఉష్ణోగ్రతరేటు కిలోమీటరుకి 6° సెం. కంటె ఎక్కువైతే దానికి అసందిగ్ధత వస్తుంది. ఈ అసందిగ్ధత ఎన్నివిధాలలోనో కనుపిస్తుంది. ఒకొక్కప్పుడు ఉష్ణోగ్రతరేటునిబట్టి గాలి నిజంగా అస్థిరంగా లేదనిపిస్తుంది. కాని ఆ గాలికి పైశక్తి ఏదైనా కొంచెం ఊర్ధ్వగమనం ఇస్తే దానివల్లవచ్చే గాలిని అస్థిరం చేసెయ్యవచ్చు. ఇలాటి అస్థిరతను వాతావరణవిజ్ఞానులు గుప్త-, లేక గర్భిత-, అస్థిరత అంటారు సామాన్యంగా. ఋతుపవనగాలులకు ఎలాటి అస్థిరత వున్నదని చెప్పడానికి మనకి వాయుసొండింగులు తగినన్ని ఇంకా లేవు. కాని భూమధ్యరేఖదగ్గరిగానో ద్వీపము (0° 41′ ద. 79° 09′ తూ) దగ్గర ఉపరివాయు సొండింగులమాత్రము అక్కడిగాలికి అసందిగ్ధత లేదని తెలుపుతున్నాయి. అయితే, లెక్కలు పడమటికనుమలమీద కురిసే వర్షములో నూటికి అరవైపాళ్ళువర్షాన్ని చెప్పడమువల్ల ఋతుపవనగాలులకు కొంతమటుకు అసందిగ్ధత ఉన్నదనే అనిపిస్తుంది. పై సంవత్సరాలలో ఋతుపవన ప్రవాహంలో ఇంకా ఉపరివాయుసొండింగులు ఎక్కువగా వచ్చినప్పుడు ఈ సమస్యను చక్కగా అర్థము చేసుకోగలుగుతాము.

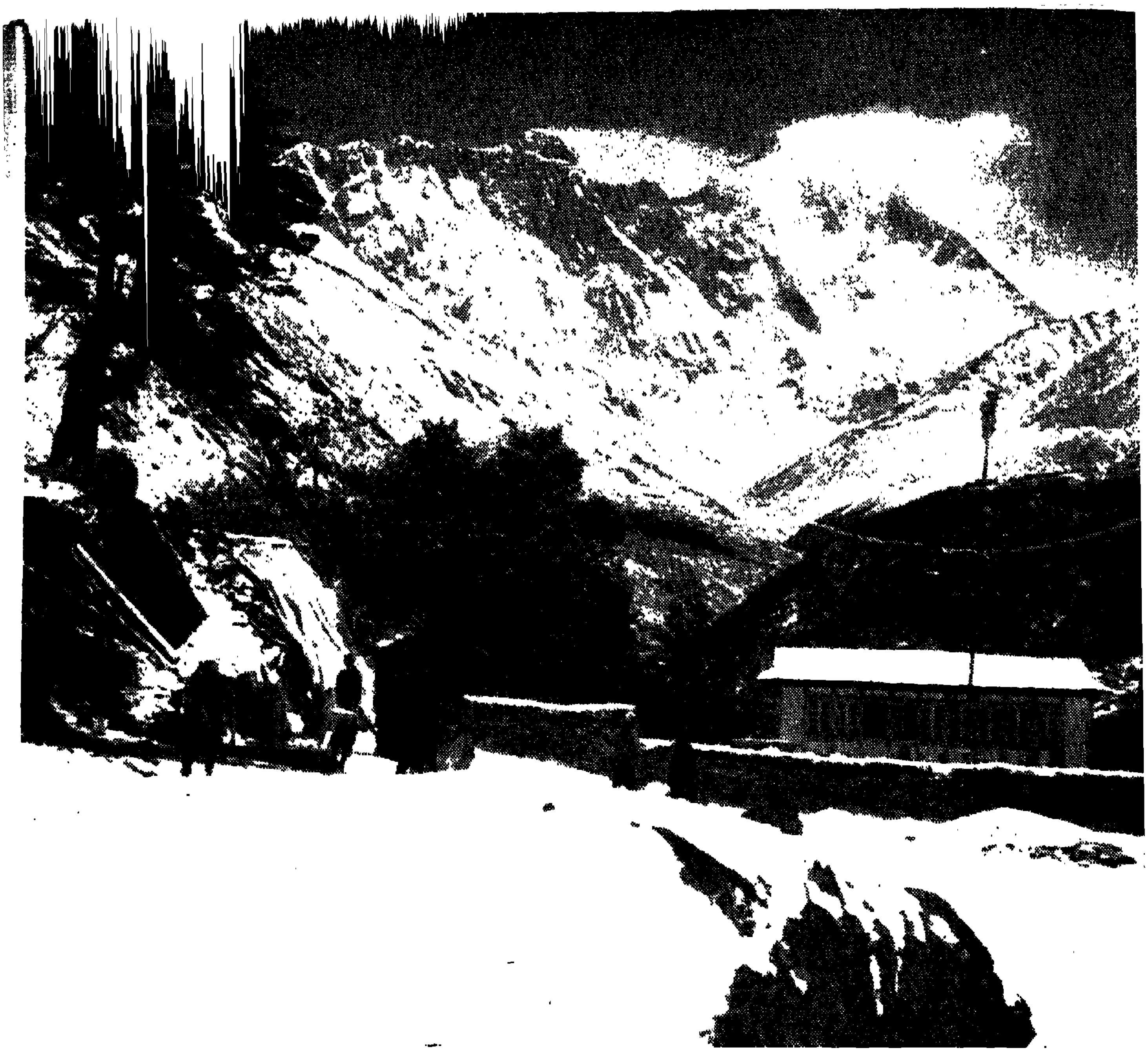
8·3 ఋతుపవనముపైన హిమాలయ పర్వతరాశి ప్రభావము :

హిమాలయరాశి దాదాపు పెద్ద అండవృత్తము ఆకారములోవున్న అడ్డంకి. తూర్పు పడమరలకు ఉత్తర దక్షిణాలకు మొత్తము 1000 కిలోమీటర్ల పొడుగుంటుంది అది. దీనిఎత్తు చాలామటుకు మూడు కిలోమీటర్లు. కాని పెద్దభాగము 5 కి. మీ. ఎత్తుకి లేచివుంటుంది. ఈ పర్వతరాశి పరిమాణము విస్తీర్ణము ప్రత్యేకమైనవి: ప్రపంచములో మరెక్కడా ఇంతపెద్ద పర్వతనిరోధాలు లేవు. ఈ రాశిలోనే ప్రపంచంలోని అత్యున్నతములయిన పర్వతశిఖరాలున్నాయి.

ఇలాటి పెద్దపెద్ద నిరోధాలనుగురించి ఆలోచించినప్పుడు ముఖ్యసమస్య, గాలి దీనినిచుట్టి ప్రవహిస్తుందా మీదినుంచి ప్రసరిస్తుందా? అన్నది. ఇది ముఖ్యమైన ప్రశ్న. ఏమంటే, గాలి దీనిని పూర్తిగా చుట్టే ప్రవహించేటట్లయితే ఈ పర్వత పంక్తికి మనదేశముమీద ఉపరివాయుప్రవాహాలను ఏ ప్రభావము లేదన్నమాట. ఈ సమస్య గణితముచేసి లెక్క గట్టగలిగినది కాదు. ఉన్న కొద్దిరాతలు, వాయువు

చిత్రము 13. పర్వత శిఖరాలమీద క్యూములస్ మేఘాలు.





చిత్రము 14. హిమాలయాల మీదుగా జెట్ ప్రవాహము
శిఖరాలమీద రేఖలు, బలమైన వాయుప్రవాహాలవల్ల ఏర్పడ్డవి.

వేగముగాని సెకనుకు 20 మీటర్లకు తక్కువుంటే చుట్టి ప్రవహిస్తుందిగాని కొండలమీదనుంచి దాటి ప్రవహించదు అని.

హిమాలయాలను చలికాలంలోను ఋతుపవన పూర్వపుకాలంలోను తగిలే పడమటి జెట్ ప్రవాహాలు ఈ వేగాన్ని అందుకుంటాయి తరుచు. కనుక హిమాలయాలకి శీతాకాలంలోను ఋతుపవన పూర్వపునెలలలోను ఉపరివాయు ప్రవాహాలమీద ప్రభావమున్నదన్నమాటే. కాని ఋతుపవననెలలలో పశ్చిమజెట్ ప్రవాహము చాలామటుకు హిమాలయాలకు ఉత్తరానికే వుంటుంది. తూర్పునుంచి విసిరే జెట్‌మాత్రము హిమాలయాలకు చాలామటుకు దక్షిణంగానే ఉంటుంది. కనుక ఋతుపవనకాలంలో వాయుప్రవాహము చాలామటుకు హిమాలయాల దక్షిణపుటంచుకు సమాంతరముగా తూర్పున అస్సాంనుంచి వాయవ్యంలో కాశ్మీరువరకూ విసురుతుందన్నమాట.

గణితముచేస్తే సూచన అయ్యేవిషయాలు, ఇలాటి పైజాగల నిరోధము మీది నుండి గాలి ప్రసరించినప్పుడు మనము భూమి ఆత్మభ్రమణాన్నేకాక లాటిట్యూడుతో కొరియోలిస్‌శక్తి మార్పునికూడా లెక్కలోకి తీసుకోవాలని. పర్వతాల మొత్తపు ప్రభావము వాతావరణంలో తరంగసంఘాల్ని ఉత్పాదించడము. హిమాలయాలంత పరిమాణము పర్వతాలకైతే ఈ తరంగాలు సహజంగా గ్రహాంఛాయీలలో ఉంటాయి. వాటి తరంగాయితి 1000 కి. మీ. ఉంటుంది. అవి రెండో వైపున కనబడతాయి. అంటే హిమాలయాల అవతలివైపున శిఖరము లోయ సంఘాలు కనబడతాయన్నమాట గాలిలో. శీతోష్ణతాఘాట్లులలో ఇవి కనబడడము విశేషము. ఇంచుమించు స్థిరంగాఉన్న వాయుతరంగలోయ 110° తూ. మరిడి యనుదగ్గర పశ్చిమంనుంచి జెట్ చలికాలంలో హిమాలయాలను తాకినప్పుడు తరుచు కనబడుతుంది.

అయితే ఆ జెట్‌భాగము కొంత పర్వతాల్నిచుట్టి ప్రవహిస్తుందికూడాను. అంటే పడమటిజెట్ రెండుభాగాలై ఒకటి హిమాలయాల ఉత్తరపుటంచుని చుట్టి విసిరితే ఇంకొకభాగము ఆ విరోధానికి దక్షిణపు అంచు వెంబడిని ప్రసరిస్తుంది. ఇది జరిగినప్పుడు ఉత్తర హిందూస్థానములో తూర్పువైపుపోయే ఏరోప్లేను సర్వీసులకు చాలా అనుకూలము. అవిగాని పడమటి జెట్ దక్షిణపార్శ్వము వెంబడి ఎగిరితే,

వెనుకనుండి వీచే బలమైన గాలుల తోపిడివల్ల వాటి ప్రయాణకాలము బాగా తగ్గిపోతుంది. ఋతుపవనము ప్రవేశించినతర్వాతమాత్రము పడమటిజెట్ ప్రవాహము హిమాలయాలకు చాలా ఉత్తరానికి జరిగిపోతుంది. అందువల్ల పర్వతాలు ఉండినందువల్ల మార్పులు ఋతుపవనకాలంలో కనబడవు.

8.4 పర్వతారోహణానికి వాతావరణ అంచనా :

సినాప్టిషియన్ నేపథ్యములో పర్వతారోహణ సంఘాలకోసము అంచనా వేయడము ఆసక్తిజనకమైన అభ్యాసము.

హిమాలయాల తూర్పుశాఖలోని శిఖరాలమీదకి ఆరోహణయాత్రలు నడిపే పర్వతారోహకులు, మేనెల రెండోభాగములో వాతావరణములో జరిగే మార్పుమీద చాలా ఆధారపడతారు. వాయవ్యంనించి వచ్చే గాలులు చలికాలమునుంచి వేసవిలోనికి వీచేటివి మందగిస్తాయి. నైఋతిపవనములు ఋతుపవనముగా వీచే జ్యూన్ ప్రారంభానికిముందు కొద్దికాలమైనా మంచి వాతావరణపరిస్థితులు ఉంటాయి. ఋతుపవనము ఎత్తైన కొండచరియలమీదికి మంచునేకాక ఉష్ణమునుకూడా తెస్తుంది. దీనివల్ల మంచుగడ్డ జారుళ్లకు అనుకూలపరిస్థితులు ఏర్పడుతాయి.

1965 వ సం॥ నాటి భారత ఎవరెస్టు ఆరోహణసంఘమువారు అనుభవించిన వాతావరణము చిత్రమైనది. పరిస్థితులు అనుకూలంగా ఉండడంతో ఎవరెస్టు శిఖరముమీదికి తొమ్మండుగురు ఆరోహకులను నాలుగుజట్లుగా పంపేరు 10 రోజుల కాలంలో. మొదటిజట్టు ఇద్దరూ 1965 వ సం॥ మే 20 కి శిఖరము చేరారు. మిగిలినజట్లు మే 22, 24, 29 లలో శిఖరము చేరారు.

వీరికోసమని ప్రత్యేకంగా వాతావరణస్థితి ప్రకటనలు తయారుచేసి ఆలిండియా రేడియోవారిచేత ప్రసారించబడ్డాయి. పై సంఘమువారి ప్రధానస్థావరము 18,300 అడుగుల ఎత్తుది. అక్కడికి ఈ ప్రకటనలు అందాయి.

ఈ సంఘమువారు మొదటిమాటు ఆరోహణకి బయల్దేరడానికి సిద్ధమయ్యేసరికే నాలుగురోజులదాకా వాతావరణము ఎలాగుంటుంది అన్న అంచనాలు అవసరమయాయి. ఏమంటే, వారు వున్నకొండ మొదలుమజిలీ (21,300 అ. ఎత్తు) నుంచి దక్షిణపార్శ్వముమీది స్థావరాన్ని చేరడానికే మూడురోజులు కావాలి. ఇది

వాతావరణవిజ్ఞానికి కష్టమైపోయింది. వాతావరణస్థితినిగురించి దూరప్రాంతవార్తలు అందే సౌకర్యాలు పెంపుఅయినా ఎవరెస్టుశిఖరము చుట్టుపట్ల నేడు ఉన్న ఉపరి వాయుపరిస్థితి తెలుసుకునేఏర్పాట్లు నాలుగురోజుల అంచనా వేయడానికి చాలవు.

1965 వ సం॥ మేనెల తొలిపక్షము దురదృష్టవశాత్తు ఈశాన్యభారతములో పర్వతారోహణకు అనుకూలముగా లేదు. హీనపీడనాల వరస పశ్చిమమునుంచి తూర్పుకి కదిలేటివి. ఎవరెస్టు ఎత్తుల్లో క్లిష్టపరిస్థితులు కల్పించాయి. దానివల్ల మేనెల ప్రారంభములోనే శిఖరారోహణయత్నానికి సిద్ధమైన ఆ సంఘము ప్రధాన స్థావరము చేరుకోవలసివచ్చింది.

మే 14 వ తేదీకిమటుకు ఉపరివాయులోయ దాటిపోయి అనుకోని ప్రశాంతత, మందవాయుస్థితీ ఏర్పడ్డాయి. ఆ లోయ పశ్చిమజెట్ ప్రవాహాన్ని ఎవరెస్టుకి ఉత్తర ప్రదేశాలకు జరిపివేసినదన్నమాట. కనుక నాలుగయిదురోజులపాటు వాతావరణంలో నిలకడకు అవకాశమున్నదని మే 14 వ తేదీన వార్త పంపడము జరిగింది. మొదటి శిఖరారోహణజట్టు ముందుమజిలీని మే 17 నాడు వదలి సాగింది. 20 మే నాటికి శిఖరము చేరుకోగలమని వారి అంచనా. 19 వ తారీఖునాటికి నిశ్చల వాతావరణస్థితి 20 వ తేదీ మధ్యాహ్నానికి అంతమైపోతుందని తేలింది. ఏమంటే, హిమాచలప్రదేశ్‌లో ఇంకొక వాయుగుండాలవరుస పొడచూపింది. ఈ అంచనా నిజమే అయింది. మొదటి శిఖరారోహణజట్టు తిరిగి వచ్చేస్తూ మధ్యాహ్నము 12 గంటలకు వెర్రిగాలి ప్రారంభమైనట్టు తెలిపారు. 20 వ తేదీరాత్రి 10 సెం. మీ.ల మంచూ, ఒత్తుగా వానా, పడిందని చెప్పారు ప్రధాన స్థావరంవారు.

మే 21 సాయంకాలప్రాంతానికి తాత్కాలికప్రశాంతి ఉంటుందని అంచనా వేయబడింది. దీనితర్వాతకూడా ఇంకొక ప్రశాంతికాలము - మే 24 సాయంత్రం దాకా ఉండేది. దీని వెనువెంటనే ఉన్నదనీ అన్నారు. తరువాత ఆ సంఘమువారు గాలిపాటునుగురించి నమోదు చేసుకున్నరిపోర్టులు పరిశీలిస్తే ఈ అంచనాకూడా రెండో ఆరోహణనాటి వాయువేగముయొక్క అంచనా కొంచెము తక్కువైన దన్న ఒక్క విషయములోతప్ప - నిజమే అయింది. మే 22 వ తేదీన రెండో శిఖరారోహణజట్టు, గంటకు 140 కి. మీ. వేగంతో బలమైనగాలులు దక్షిణ మజిలీ మీద విసిరాయి. వీటివల్ల వారు కదలడానికి వీలులేకపోయింది. ఒకసమయంలో

అసలు శిఖరారోహణమే అసాధ్యమౌతుందేమో అనిపించింది. మూడోజట్టు మాత్రం శిఖరముమీద మే 24 న ప్రశాంతంగా వున్నదని వెల్లడిచేశారు.

చలనశీలి వాయుగుండము ఇంకొకటి మే 25, 27 తేదీలలో సంచల వాతావరణము ఉంటుందనీ మే 27, 29 తేదీలనడుమ కొంత నయమవుతుందనీ అన్నట్టుగా సూచించింది. నాలుగో శిఖరారోహణజట్టు 29 వ తేదీన శిఖరముచేరి, ఎవరెస్టుశిఖరముమీద చక్కని వాతావరణస్థితి ఉన్నదని చెప్పారు.

ఈ శిఖరారోహణయత్నము తబిశీళ్ళన్నీ సూక్ష్మంగానే వర్ణించాము. ఎందుకంటారా? వాతావరణవిజ్ఞాని పర్వతారోహకులకు ఎలాటిసాయము చెయ్యగలదో సూచన చెయ్యడానికి. హిమాలయ శిఖరారోహణము పెద్దజట్టులూ ఎక్కువగా ఖర్చుతో కూడినది. దాని విజయము వాతావరణపరిస్థితితో ముడిపడి వుంటుంది.

చారిత్రికంగా ఈ పర్వతాలు భారతభూఖండంలోని తరతరాలవారి వాతావరణానుభవాన్ని తీర్చినట్టివి. వీటిమీద కుప్పగూడిన మంచు మన నదులను పూర్ణవాహినులనుగాచేసి మనకు నీటివసతి కల్పించాయి. హిమాలయాలు మన అభిమానానికీ గర్వానికీ కారణాలు.

అధ్యాయము 9

ఋతుపవన వర్షపు దీర్ఘకాలిక అంచనా

ఇంతకుముందు మనదేశపు వ్యవసాయమునకు ఋతుపవనవర్షపు ప్రాముఖ్యమును గురించి నొక్కి చెప్పాము. ఈ ప్రాముఖ్యాన్నిబట్టి భారత వాతావరణవిజ్ఞానులు వర్షఋతువులో రాబోవు వర్షపాతమును ముందే అంచనావేసి చెప్పడానికి యత్నించారు. 1880 వ సం॥ నాటికే ఋతువర్షపాతమును ముందే సూచించే అవసరాన్ని భారత కాటకపు కమిషను వారు సిఫార్సు చేశారు.

ఈ క్షేత్రంలో ప్రథమ పరిశోధకుడు సర్ గిల్బర్టు వాకర్. ప్రపంచంలో వేర్వేరు చోట్ల ముందుజరిగే ఘటనలకీ ఋతుపవనవర్షానికీ గల పూర్వాపరసంబంధాన్నిబట్టి ఋతుపవనవర్షము ఇంత అని ఊహించిచెప్ప యత్నించారాయన. ఆయన గణిత తంత్రాన్నిగురించి చెప్పేముందు ఎన్నో తబిశీళ్ళు చేరినప్పుడు ఉపయోగించే ఆధార సంకల్పనలను కొన్నిటిని వివరించడము యుక్తముగా ఉంటుంది.

9·2 సహసంబంధ గుణాంకములు :

తొలిచూపునకు సంబంధములేనట్టు కనబడే రెండు పరిమాణాలకు సంబంధము కనుక్కోవడానికి గణాంకవిదుడు సహసంబంధ గుణాంకమును ఉపయోగిస్తాడు. ఉదాహరణకు, ఇరవైమంది మనుష్యుల ఎత్తులూ బరువులూసంగతి చూద్దాము. ఈ సంఖ్యలోని ప్రతివ్యక్తి ఎత్తును ప్రథమాక్షముపైనా బరువులను ద్వితీయాక్షము మీదా సూచించి గ్రాఫు గీయవచ్చును. గ్రాఫులోనిబిందువులు చాలామేరలో చెదురు మదురుగా వుండవచ్చు. వీటి విస్తరణలో ఒకవ్యక్తి పొడవుకీ బరువుకీ సంబంధ మున్నట్లు వెంటనే తోచవచ్చును. కాని మన కా సంబంధమేదో ఫలానా అని తెలియకపోవచ్చును. సహసంబంధ గుణాంకము అంటే మనకు తెలిపిన తబిశీళ్ల బరువు ఎత్తుల సంబంధపుకొలత అన్నమాట. అది సామాన్యముగా 0 కూ 1 కీ నడుమ మారుతూండే అంకెవల్ల సూచించబడుతుంది. అదిగాని 0 అంటే మనము అనుకుంటూన్న కొలతలకు ఏ సంబంధము లేదన్నమాట. 1 అంటే వాటికి

చక్కని రేఖా (గ్రాఫు) సంబంధ మున్నదన్నమాట. సహసంబంధ గుణాంకము 1 అయితే వ్యక్తులబరువులూ ఎత్తులూ ఒకే ఋజురేఖమీద ఉంటాయన్నమాట.

ఈ సహసంబంధ గుణాంకము మటుకే అయితే అది నిర్దుష్టసూచన కాజాలదు. కొన్నిసమయాలలో దీనివిలువలు సదోషములు. ఉదాహరణకు ఇంచుమించు వాతావరణకొలతలు అన్నీ ఎంతో కొంతసంబంధము సూచిస్తునే ఉంటాయి. అయితే చాలావాటిల్లో ఈ గుణాంకము చాలా తక్కువవిలువతో వుంటుంది. దీన్ని ఆధారంగాపెట్టుకొని అంచనావేసి చెప్పడములో గణాంకపరీక్షలు నిశితంగా చేయవలసి వుంటుంది.

9·3 ప్రామాణిక విచలనము, ప్రసరణము, విసరణ గుణాంకము:

ఇరవైమంది ఎత్తులూ బరువులూ సూచించే మన సమస్యకి వద్దాము. ఎత్తుకి గాని బరువుకిగాని సగటు విలువ ఆ గుంపునుగురించి ఒక విశేషాన్ని చెప్పవచ్చును. అయితే, తరుచు ప్రత్యేకకొలతలు సగటుచుట్టు ఎలాగ విస్తరించిఉన్నాయో తెలుసుకోవలసిన అవసరము వస్తుంది. దీనికిగాను ఒక కొలతలగుత్తిలో పరిక్షేపణ ఎంత అని తెలుసుకోవడానికి వేర్వేరుపరిమితులు ఎంచుకున్నారు.

ఒక చిన్న ఉదాహరణముతో దీనిని చూపిస్తాము. కొన్నికొలతలు 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 అనే సహజసంఖ్యలుగా ఉన్నవనుకుందాము.

సగటు విలువ అంటే వీటి అన్నిటి విలువలనూ కూడి వీటిసంఖ్యచేత భాగించినప్పుడు వచ్చేది. ఈ లెక్కలో అది 5.

ఇందాకా చెప్పిన బిందువుల చెదర్పుయొక్క ఉపయోగకరమైన కొలత 'ప్రామాణిక విచలనము'. సగటు విలువనుంచి వేర్వేరు అవలోకనాల భేదాల ద్వివర్గములను లెక్కవేసి భేదవర్గాలసగటుకి వర్గమూలమునిస్తే అదీ ప్రామాణిక విచలనము. ఉదాహరణానికి, మొదటి తొమ్మిది సహజసంఖ్యల్ని తీసుకోండి. వాటి సగటు 5. ఈ సగటునుంచి ప్రతీసంఖ్యకూగల విచలనమూ, ఈ విచలన ద్వివర్గమూ ఈ క్రింది పథకముగా నమోదు చేయవచ్చును.

X	x-5	$(x-5)^2$
1	-4	16
2	-3	9
3	-2	4
4	-1	1
5	0	0
6	1	1
7	2	4
8	3	9
9	4	16
	మొత్తం	60

ప్రామాణిక విచలనము $= \left(\frac{60}{9}\right)^{\frac{1}{2}} = 2{\cdot}58$

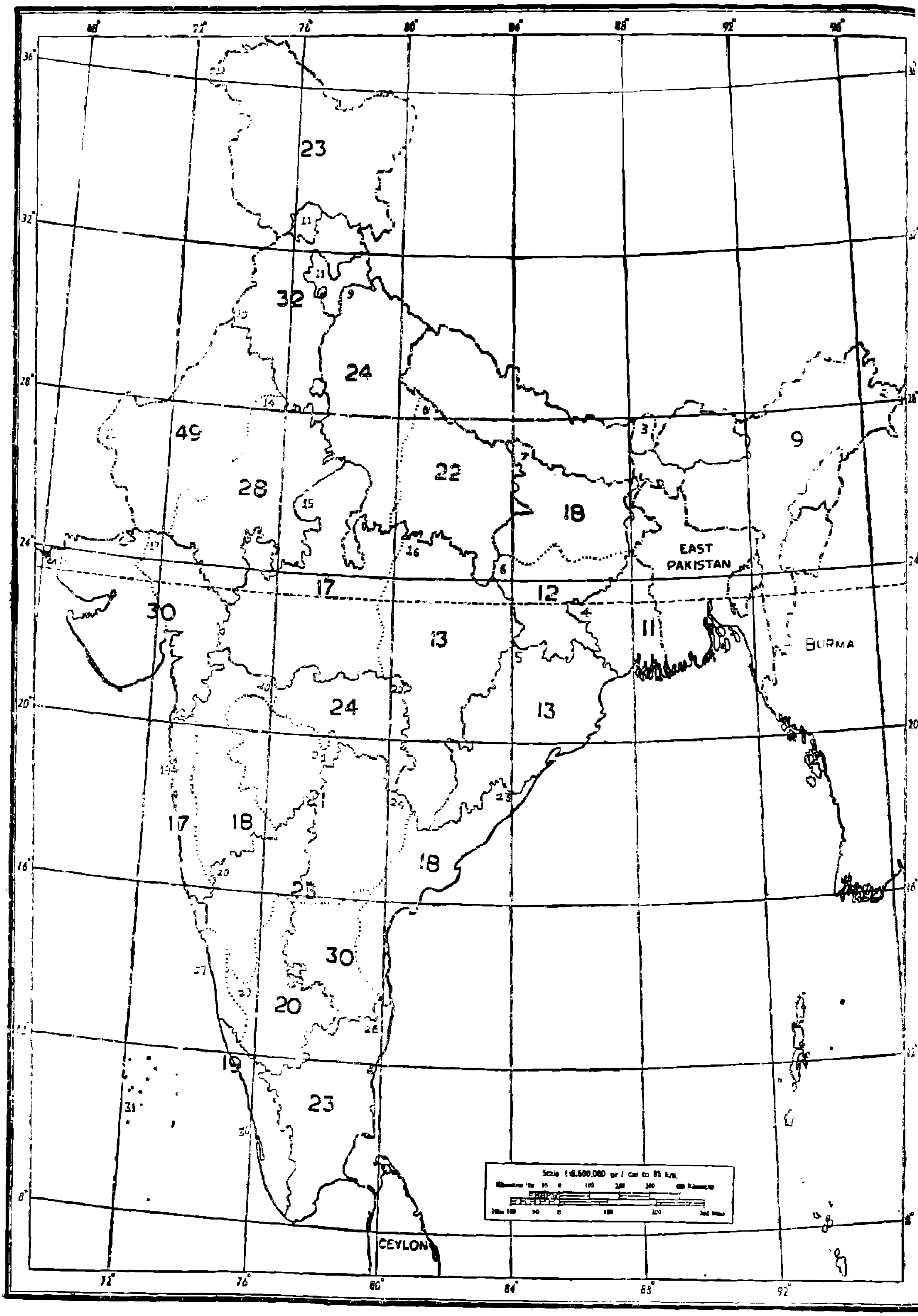
కొన్ని సమయాలలో ప్రామాణికవిచలనముకంటె ప్రసరణమును లెక్క చూసుకోవడము మేలు. ప్రసరణముఅంటే ప్రామాణిక విచలనముయొక్క ద్వివర్గము. మన మునపటిలెక్కలో అది $(2{\cdot}58)^2 = 6{\cdot}67$.

వేర్వేరుసెట్లు వాటి సగటులనుండి ఎట్లా చెదరిఉన్నవో లెక్కవేసుకోవాలంటే ఈ చెదర్పును ప్రత్యేక కొలపిలుసైజుతో సంబంధములేకుండా చెప్పుకోవాలి. ఉదాహరణకి, పిల్లులు కుక్కలు పొడవులో సమానంగానే తేడాలు కనపరచవచ్చు. కాని ఈ సంగతి ఒక గుంపు పిల్లులదీ ఇంకొకగుంపు కుక్కలదీ ప్రామాణిక విచలనము ఇచ్చినంతమాత్రాన తెలియరాదు. విసరణ గుణాంకము వాడవచ్చును. ప్రామాణిక విచలనాన్ని సగటువిలువలో ఇన్నిశాతములు అని చెపుతారు.

విసరణ గుణాంకము = V = (100 × ప్రామాణిక విచలనము) ÷ సగటు.

ఈ క్రింద రెండుసెట్ల అవలోకనాలయొక్క తారతమ్య విసరణతను పోల్చి చూద్దాము.

M—9



పటము 9·1

ఋతుపవన వర్షపు ప్రసరణగుణాంకము (కె. యస్. రావు అంచనాప్రకారము)

(i) నగటు = 20 (ii) నగటు = 100

ప్రామాణిక విచలనము = 2 ప్రామాణిక విచలనము = 5

(i) $\mathbf{S}\ V = (100 \times 2) \div 20 = 10$

(ii) $\mathbf{S}\ V = (100 \times 5) \div 100 = 5$

కనుక (i) లోని అవలోకనాలు (ii) లోని అవలోకనాలకన్న వాటి నగటుకి సాపేక్షంగా రెండింతలు చెదరి ఉన్నాయి.

9·4. ఋతుపవన వర్షపాత విసరణ గుణాంకము

ఋతుపవన వర్షపాతపు విసరణగుణాంకము ఎన్నో వింతసంగతులు బయట పెడుతుంది. ఋతుపవన శీతోష్ణతాప్రభావాన్ని వివరిస్తూ (అధ్యాయము 2), ఎక్కడెక్కడ వర్షపాతము తక్కువో అక్కడ అది బాగా మారుతుంది అని చెప్పుతున్నాము. ఇది మనదేశపు వాతావరణ విజ్ఞానభాగాల[8]లోని ఋతుపవన వర్షపాత విసరణ గుణాంకముద్వారా చక్కగా తెలుస్తుంది. 9·1 పటములో ఈ గుణాంకము విలువలు చూపినాము.

విసరణ గుణాంకము పశ్చిమ రాజస్థానములో అత్యధికము (49 శాతములు). అక్కడి ఋతుపవన వర్షపాతము సుమారు 35 సెం. మీ. పెద్ద గుణాంకము (30 శాతములు) గల ఇతరప్రదేశాలు గుజరాతు, పంజాబు, రాయలసీమ. ఈ ప్రదేశాల్లో అసలు ఋతుపవన వర్షపాతమే తక్కువ. కాని, పశ్చిమతీరము, అస్సాము, దక్షిణ కేరళ ఋతుపవనవర్షాన్ని అధికంగా (100-250 సెం. మీ.) పొందే ప్రాంతాలకు వర్షపాత విసరణ గుణాంకము చాలా చిన్నది. అస్సాము, పశ్చిమబెంగాలులో విసరణగుణాంకము 10 శాతములు మాత్రమే.

మొత్తముమీద వర్షపాతము అతి తక్కువగా వుండేచోట విసరణము అత్యధికము. దీనికి ముఖ్యమైన అపవాదము పశ్చిమతీరము మహారాష్ట్రమైదానాలూను. పశ్చిమతీరానికి నగటున 250 సెం. మీ. దాకా ఋతుపవనవర్షము అందినప్పటికీ దాని విసరణగుణాంకము పక్కనున్న మహారాష్ట్ర మైదానాల గుణాంకమే (18 శాతములు). ఇది ఆశ్చర్యమే; ఏమంటే మహారాష్ట్రానికి తీర వర్షపాతములో నాలుగోవంతే అందుతుంది.

విసరణ గుణాంక పరిశీలనవల్ల భారతదేశములో ఏ యే భాగాలకు దీర్ఘకాల వర్షపాత అంచనా ఉపయోగకరమో తెలుస్తుంది. విసరణగుణాంకము చాలా చిన్నదిగావున్న మేరలకు దీర్ఘకాల అంచనా వెయ్యటములో అర్థము లేదు. అస్సాము పశ్చిమ బెంగాలులలో ఎటుతిరిగీ ఋతుపవనవర్షము మామూలువర్షానికి 10 శాతము ఇటూ అటూ వుండితీరుతుంది. కాని వాయవ్యభారతములోను రాజస్థానములోను వర్షపాతము మామూలుకంటె 30 నుంచి 50 శాతములవరకూ మారవచ్చును. అలాగే భారతద్వీపకల్పముమీద చాలావరకు వర్షము 20 శాతములు దాకా మారుతుంది. ఈ ప్రదేశాలలో ముందే చెప్పగలిగే వర్షపాత అంచనా చాలా ఉపయోగకరంగా వుంటుంది.

9·5 ప్రపంచ శీతోష్ణతా అధ్యయనాలు

తన తొలి అనుశీలనములో సర్. గిల్బర్ట్ వాకర్, సూర్యుడినుంచి మనకు వచ్చే శక్తియొక్క మొత్తపుప్రభావము వాతావరణములో కంపనాలు కలిగించ సూర్యశక్తి కొలతకు సూర్యునిలోని మచ్చలు సాయపడతాయన్నారు. కనుకనే ఆయన తొలి వ్యాసాలలో సూర్యాంకాలకూ ప్రపంచ వివిధ ప్రదేశాల వర్షపాతము, పీడనము ఉష్ణోగ్రతావంటి వాతావరణ అంగాలకూ కలిపే సహసంబంధ గుణాంకాలు అనేకము కానవస్తాయి.

'ప్రపంచ వాతావరణపరిస్థితి'[2] అన్న వ్యాసాలపరంపరలో సర్ గిల్బర్టు మూడువిధాల కంపనాలు మొత్తపు వాయుపరిసంచరణానికి వున్నట్టుగా నిరూపించ గలిగారు. మనదృష్టిలో ముఖ్యమైనది, ఆయన దక్షిణకంపనము అన్నది. ఈ దక్షిణకంపము, దక్షిణ పసిఫిక్‌లోని అధికపీడనానికీ హిందూమహాసముద్రంలోని హీనపీడనానికీ విలోమసంబంధాన్ని సూచిస్తుంది.

ఈ దక్షిణకంపము తెలుసుకున్నతరువాత గిల్బర్టు, ఇంకా పరిశోధనచేస్తే ఋతుపవనవర్షపాతంతో దగ్గరసంబంధముఉన్న ఇతర కారకాలు తెలుస్తాయని విశ్వసించారు. భారత వాతావరణ విజ్ఞానసేవకు డైరెక్టరు జనరల్‌గా పనిచేసిన తొలి సంవత్సరాలలో సర్. గిల్బర్టు ఋతుపవనవర్ష అంచనానికి ఎనిమిది కారకాలతోకూర్చిన ప్రణాళిక నిర్మించారు. వీటి చారిత్రిక ప్రాధాన్యతకోసము వీటిని క్లుప్తంగా వర్ణిస్తాము.

(i) ఋతుపవన పూర్వపు నెలలలో పశ్చిమ-ఉత్తర-భారతములో ఆలస్యమైన హిమపాతము.

ఇది ఋతుపవనముకు అననుకూలముగా పరిగణించబడింది. వసంతకాలము చివర అసాధారణమైన పెద్ద హిమపాతము వాయవ్యభారతములో అధికపీడన మండలాన్ని కలిగిస్తుంది. దీనివల్ల ఉత్తరమునుంచి వాయువులు పంజాబు పరిసరాల్లో ఋతుపవనవర్షానికి అననుకూలమైనవి—వీచుతాయి.

(ii) జాంజిబారూ సెయ్‌కెల్స్‌లలో ఏప్రిలు, మే లో అధికవర్షము.

జాంజిబారూ సెయ్‌కెల్స్‌లలో అధికవర్షము ఋతుపవన భూమధ్యరేఖపైన వీచే సూచన అని వాదించి, సర్. గిల్బర్టు ఈ అంశము ఋతుపవనవర్షానికి ప్రతికూలము అని తీర్మానించారు.

(iii) దక్షిణ అమెరికామీద అధికపీడనము.

దక్షిణ అమెరికామీద వాతావరణపరిస్థితి, దక్షిణ పసిఫిక్ మీద పరిస్థితే ననుకోవచ్చును. దక్షిణకంపము స్వభావాన్నిబట్టి ఇది హిందూమహాసముద్రముమీద హీన పీడనము ఏర్పడడానికి కారణమై బలమైన ఋతుపవనప్రవాహానికి అనుకూలము కావాలి. ఇది ఋతుపవనముకు అనుకూలమట.

(iv) మొరీషస్ ఆస్ట్రేలియాలమీద వసంతములో అధికపీడనము.

ఈ పరిస్థితులు భూమధ్య రేఖానుసారి వాయుప్రవాహానికి దోహదము కనుక మంచి ఋతుపవనమునకు అననుకూలము.

(v గతసంవత్సరము ఈ దేశముమీద అధికపీడనము.

భౌతికకారణము కొంత దుర్జ్ఞేయమే అయినా ఇది మంచి ఋతుపవనమునకు కారకమేనట.

(vi) ఓకలు గుర్తించిన హిందూమహాసముద్ర పవనములు.

ఈ పవనాలు - ముఖ్యంగా మే నెలలోనివి. ఋతుపవనము భారతదేశముమీదికి విస్తరించినట్లు మంచి సూచనలు.

(vii) అబిస్సీనియాలో మే నెలలో వేసంగి వర్షపాతము.

అబిస్సీనియాలోని వేసంగివర్షాల ప్రారంభము ఆలస్యమైతే భారతదేశపు ఋతుపవనము ఆలస్యమైనదట.

(viii) నైలునది నీటిమట్టము.

ఈజిప్టులోని నైలునదిమట్టము అబిస్సీనియాలో వేసంగివర్షాల ప్రారంభాన్ని ఒకొక్కప్పుడు చక్కగా సూచించినదట. ఆ వర్షాలు మన ఋతుపవనమును సూచిస్తాయి.

9·6 వర్షఋతు అంచనాకి కొత్త కారకాలు.

ఏళ్లు గడిచినకొద్దీ సర్. గిల్బర్టు వాకర్ ఎంచిన కారకాలకూ భారత ఋతుపవనానికీ ఉన్నదనుకున్న సన్నిహితసంబంధము మొదట అనుకున్నంతబలంగా లేదని తెలిసింది.

భారతముపైన క్రితం సంవత్సరపు అధికపీడనము తొలుత అనుకూలమే అని అనుకున్నా తరువాత, దీనికీ ఋతుపవనానికీ గల సహసంబంధ గుణాంకము చాలా తక్కువ విలువలకు పడిపోయింది. తరువాత కొన్ని పరస ప్రయోగాలు చేసి, గిల్బర్టు వాకర్ 1924 వ సం॥ లో వాయవ్యభారతము ద్వీపకల్పము ప్రాంతాలకు ఋతుపవన వానను ముందే సూచించడానికి ఆరు కారకాల్ని ఎంచుకున్నారు. అవి 9·1 పథకంలో క్లుప్తీకరించబడినవి.

కాలము గడువగా గడువగా, 1924 లో ప్రయోగాలుచేసి ఎంచుకున్న కారకాలైనా అంచనాసాయములో బాగా మారిపోతున్నాయని తెలిసింది.

పథకము 9·1

ఋతుపవన వర్ష అంచనాకి వాకర్ కారకాలు

	కారకాలు	కాలము
1. భారత ద్వీపకల్పము	1. ద. అమెరికన్ పీడనము	ఏప్రిల్-మే
	2. దక్షిణ రొడీషియా వాన	అక్టోబరు-ఏప్రిల్
	3. డచ్ హార్బర్ ఉష్ణోగ్రత	డిసెంబరు-ఏప్రిల్
	4. జావా వాన	అక్టోబర్-ఫిబ్రవరి
	5. జాంజిబార్ వాన	మే
	6 కేప్ టౌన్ పీడనము	సెప్టెంబరు-నవంబరు
2. వాయవ్య భారతము	1. దక్షిణ అమెరికాపీడనము	ఏప్రిల్-మే
	2. దక్షిణ రొడీషియా వాన	అక్టోబరు-ఏప్రిల్
	3. డచ్ హార్బర్ ఉష్ణోగ్రత	మార్చి-ఏప్రిల్
	4. భూమధ్య పీడనము	జనవరి-మే
	5. మంచు కూడిక	మే
	6. కేప్ టౌన్ పీడనము	సెప్టెంబరు-నవంబరు

వాకర్‌తంత్రములో ముఖ్యకారకాల్లో ఒకటి దక్షిణ అమెరికనుపీడనము. 1950 వ సం॥ వరకు ఈ కొల ఋతుపవనవర్షముతో సంబంధము కనపరచింది గాని వేర్వేరు దశాబ్దాలలో సహసంబంధగుణాంకములో పెద్దపెద్ద మార్పులు ఉండి నవి. భారతద్వీపకల్పానికి అది సుమారు 0·02 నుండి 0·78 వరకును, వాయవ్య భారతానికి 0·13 నుండి 0·63 వరకును మారినది. గత దశాబ్దిలో ధనమునుంచి ఋణమునకుకూడా మారింది.

ఈరీతిగానే జావా వానకీ భారత ఋతుపవనానికీ గల సాహచర్యము చాలా ప్రమాణాల్లో మారింది. ధనమునుండి ఋణానికి తిరగబడింది కూడాను. డచ్ హార్పర్ ఉష్ణోగ్రత కొన్ని సంవత్సరాలతర్వాత ఆపేశారు. ఆ అవలోకనకేంద్రమే మూసివేశారట. భూమధ్యపీడనముకూడా రెండుమారులు ధన ఋణాలనడుమ ఊగులాడింది. దాని సహసంబంధ గుణాంకము చాలా తక్కువ.

కొన్ని సంవత్సరాలుగా భారత వాతావరణవిజ్ఞానులు వాకర్ ఎంచిన కారకాల కంటె మేలుగా కనబడ్డ కొత్తకారకాలు ప్రవేశపెట్టి వాకర్ అంచనా వేదిక తంత్రాన్ని మరికొంత బాగుచేయ యత్నించారు. పంజాబుమీది ఉష్ణోగ్రతాభేదము, గంగా సింధునదుల నీటి పారుదలవంటివి వాయవ్యభారతాన్నిగురించిన అంచనా సూత్రములో ఇమిడ్చినట్టివి.

ఇంకొకమార్పు అంచనావేసిన స్కీములో ఉపరివాయుస్థితిని గురించిన తలిశీల్లు చేర్చడము. 1956 వ సం॥ నుండి బెంగుళూరు, కలకత్తా, ఆగ్రాలమీద ఉపరి పవ నాలను లెక్కలోకి తీసుకున్నారు. 9·2 పథకములో 1921 వ సం॥ నుండి 1950 వ సం॥ వరకూగల మూడు దశాబ్దాల్లో ఋతుపవనవర్షానికీ ఉపరివాయువులకీ గల సహసంబంధ గుణాంకాలను ఇచ్చినాము.

ఈ తంత్రములోని ప్రధానకష్టము పథకము 9·2 చూపిస్తుంది. దశాబ్దాల వరుసలో సంబంధగుణాంకము బాగా మారిపోతున్నది. ఋణ ధన చిహ్నముకూడా మారిపోతున్నది. అంచనాసూత్రము సరిగ్గా పనిచేయదు ; ఏ కారకము కాలంతో

పథకము 9·2

ఉపరివాయువులకు ఋతుపవన వర్షానికి సంబంధగుణాంకాలు
(సంబంధ గుణాంకాలు శతాంశములలో చూపబడినవి)

	1921-30	1931-40	1941-50	మొత్తం
ద్వీపకల్పము				
1. బెంగుళూరు ఉత్తరమునుంచి (ఏప్రిల్‌లో 6 కి. మీ.)	40	47	56	38
2. కలకత్తా తూర్పు వాయువులు (మే లో 4 కి. మీ.)	—39	—19	—71	—03
వాయవ్యము				
1. ఆగ్రా తూర్పు వాయువు (మార్చిలో 2 కి. మీ.)	02	37	66	34
2. కలకత్తా తూర్పు వాయువులు (మే లో 2 కి. మీ.)	—62	—49	—71	—35

ఎలాగ మారుతుందో తెలుసుకోవడానికి ఆధారము లేదు. అసలు మొత్తపు సూత్రములోనే కొంత సందిగ్ధత వుంటుంది. కేవలము ఆకస్మికసంఘటనమీద ఆధారపడి అంచనాసూత్రము ఎన్నిమారులు ఖచ్చితమౌతుందో లెక్కవేయ వీలున్నది. ఇలాగచేస్తే ఒకొక్కమారు నాలుగుమార్లట విజమవుతుంది. అంటే సుదీర్ఘకాలంలో ఐదింట నాలుగుమార్లు చొప్పున రైటనవచ్చు అంచనా. భారత వాతావరణ విజ్ఞాన సేవాసంస్థకు డైరెక్టరు జనరల్‌గావున్న సర్ ఛార్లెస్ నార్మండ్ ఈ పద్ధతిని 'తెలివైన మానవుడి విజయానికి అవకాశము' అన్నారు.

9·7 వేసవి ఋతుపవన ఇతర అంగముల దీర్ఘకాల అంచనా :

వాకర్ తంత్రాన్ని భారతదేశపు పశ్చిమతీరానికి తాకే నైఋతిపవనము ఆగమించే తేదీని అంచనావేసి చెప్పడానికి కొందరు[*] యత్నించారు. ఎన్నో కార

కాల్సి యత్నించారు కానీ ఆ రకపు చిక్కులే ఎదురయాయి. కనుక ఆ యత్నము ఎంత విజయవంతమైనదో అంచనా వెయ్యడము కష్టము. విశేషము ఏమిటంటే పశ్చిమతీరానికి ఋతుపవనము వస్తుందన్న తేదీయొక్క ప్రామాణికవిచలనము 6·7 రోజులుమాత్రమే నట. అది ప్రతీ సంవత్సరము పశ్చిమతీరానికి వచ్చే తేదీ కూడా ఇంతమాత్రము ఖచ్చితమని తెలుపుతుంది పై కృషి.

చాలామంది సంశోధకులు [1,4] దేశములో అనావృష్టి వరదలూ ఎంతకాలానికి ఎన్నిమార్పులు తరుచు వస్తాయోకూడా లెక్కగట్ట యత్నించారు. మొత్తమ్మీద ఇవి సంశ్లిష్టసమస్యలు. నిశ్చయమైన ఫలితాలేవీ రాలేదు వీటినుంచి. అనావృష్టి అంటే ఏది అన్న ప్రశ్నగురించి వివాదాలున్నాయి. బీహారుజిల్లాలలో 20 సంవత్స రాల కొకసారి 10 దినాల వర్షాభావము రావడము గుర్తించారు. ఇలాటిపరిమితులు ఆవర్తాలు దేశము ఇతరభాగాలలో ఏమైనా ఉన్నాయా అన్న పరిశీలనలు సాగు తున్నాయి.

గిల్బర్ట్ వాకర్ తంత్రముతో పొడవాటివరుసలలో ప్రయోగాలు చాలా జరి గాయి. భౌతికశాస్త్రపరిశోధనలలోలాగే ఈ పరిశోధనలు అడుగడుక్కీ కొత్త కొత్త గణకతంత్రాలతో జరుపుతున్నారు. వీటిఫలితాలు దీర్ఘకాల వాతావరణ అంచనాకి పనికివస్తాయనే ఆశ. అయితే, దీర్ఘకాలిక అసందర్భాల కారకాల్నీ, అవి పనిచేసే తీరుల్నీ నిశ్చయంగా తెలుసుకోగలిగినప్పుడే మన అంచనా ప్రక్రియలో నిజమైన అభివృద్ధి రాగలదు. వాతావరణానికి ఉష్ణమునుగాని నీటి ఆవిరినిగాని సరఫరా చెయ్యడములో జరగడానికి వీలయినలోపాలకు వాతావరణ మ్మీద ఏ ప్రభావము ఉండగలదో ఊహించేందుకు మనము ఇటీవల చేయనేర్చిన ఊహానమూనాలు దీర్ఘకాలిక వాతావరణ మార్పులకారణాలకూ ఫలితాలకూ సంబం ధము ఏర్పరచడానికి సాయపడగలవు. కేవలము గణాంకాలమీదనే కాకుండా భౌతిక హేతువాదముమీదకూడా ఆధారపడే ఋతుపవనకారకాలు కనుక్కోవడము నేడు మన ముఖ్యావసరము.

అధ్యాయము 10

ఋతుపవనము విలువ ఎంత ?

వాతావరణ విజ్ఞానాభివృద్ధి వాయుమండలానికి చెందిన తలిశీళ్ళను కూర్చడమూ ఉపయోగించడమూమీద ఆధారపడుతుంది. కనుక ఆధునిక వాతావరణవిజ్ఞానానికి ముఖ్యాధారము ఉద్యోగులూ ఖర్చుతో కూడిన ప్రపంచవ్యాప్త అవలోకనకేంద్రాలు. ఇదివరకు దేశాలు తమ అవసరానికో అంతర్జాతీయావసరానికో అక్కడ ఒకటీ ఇక్కడ ఒకటీ అవలోకనకేంద్రాలు ఏర్పరుచుకున్నాయి. కాని ప్రపంచం మొత్తంగా సహకారము జరగలేదు.

ఈ లోపాన్ని సర్దుబాటుచేయడానికి గట్టియత్నాలు 1963 వ సం॥ లో జరిగిన ప్రపంచ వాతావరణ విజ్ఞాన సంస్థాపనమువారి కాంగ్రెసులో ప్రారంభమైనవని చెప్పవచ్చు. వివిధదేశాల తాంత్రికవిజ్ఞానులు కూడిన ఈ సమావేశములో 'ప్రపంచ వాతావరణ జాగరణము' అన్న భావన ఆవిర్భవించింది. దీని ఉద్దేశ్యము అంతర్జాతీయ సహకారముతో ప్రపంచవాతావరణాన్ని సదా కనిపెట్టి ఉండటానికి ప్రణాళిక నిర్మించడము.

ప్రపంచ వాతావరణ విజ్ఞానసంస్థవారి తొలి నిశ్చయాలలో ఆ ప్రణాళికకు మొత్తమ్మీద మూడుకేంద్రాలు ఉండాలన్నది ఒకటి. ఈ కేంద్రాలు 'ప్రపంచ వాతావరణ విజ్ఞానకేంద్రాలు'గా పనిచేస్తాయి. వాషింగ్టన్, మాస్కో, మెల్‌బోర్న్ నగరాలలో ఈ కేంద్రాలు ఏర్పాటుచేశారు సమిష్టిగా ఒప్పుకుని. 'ప్రపంచ వాతావరణ జాగరణ'వారి యాజమాన్యములో ఈ మూడు ప్రపంచ వాతావరణకేంద్రాల్నీ అతి శీఘ్ర వార్తాప్రసారవలయాలతో - ప్రపంచానికి పటకా పెట్టినట్టు కలిపారు.

అనేక సంవత్సరాలనుంచి వాతావరణవిజ్ఞానులు వాతావరణ అవలోకన వస్తు ప్రసారము కావలసినంతశీఘ్రముగా జరగడంలేదని అనుకుంటూనే ఉన్నారు. ప్రపంచంమొత్తపు వాతావరణవస్తువుని ఒక కేంద్రంనుంచి ఇంకొకకేంద్రానికి పంపడానికి చాలాకాలము పట్టుతున్నది. ఉత్తరార్ధగోళములోవున్న అవలోకన కార్యాలయాలనుంచి ఆ వస్తువును అందుకొని దానిని ఇంకొక పెద్ద కేంద్రానికి

వంపడానికి తరుచు పన్నెండుగంటలు పడుతున్నది. కనుక ఈ వార్తలలో పెద్ద భాగము ప్రపంచవాతావరణ విజ్ఞానకేంద్రానికి అందేనాటికి నిరుపయోగమవు తున్నది. ఈ చిక్కు నతిక్రమించడానికి వైజ్ఞానికులు నేటి రేడియోవలయాలలో సాధించిన వేగానికి యాభైరెట్లు వేగము సాధించాలని చూస్తున్నారు. ఆ వేగాలను ఏర్పరచి నిలబెట్టడానికి కావలసిన ఇంజనీరింగు నైపుణ్యము ఎంతో మేలు రకానిది అవుతుంది.

ఈ ప్రపంచవాతావరణ జాగరణముద్వారా మనము పొందేలాభము ఏమిటి? అని ఎవరైనా ప్రశ్నించవచ్చు. ఇంకొకవిషయం అడగాలంటే, ఈ ప్రపంచ వాతావరణ జాగరణము ఋతుపవనమును ఇప్పటికంటె ఎక్కువగా అర్థముచేసుకుని అంచనా వెయ్యడానికి సాయపడుతుందా?

ఇలాటి లాభాలను ఊహించేటప్పుడు, వాతావరణముమీద ఆధారపడి భారతదేశ ఆర్థికస్థోమతకి ఎక్కువగా సాయపడేకృషి సముదాయాన్ని లెక్కపెట్టుకోవాలి. ఈ రకానివి (i) వ్యవసాయము (ii) నీటివనరులు (iii) వ్యాపార వైమానిక ప్రయాణములు (iv) ఓడప్రయాణాలు (v) అంతరాళశోధన. వీటిలో మొదటి రెండు ఋతుపవనముతో దగ్గరసంబంధము గలవి.

భారతదేశవ్యవసాయము ఋతుపవనముమీద చాలా ఆధారపడుతుంది. రెండు మారులు వరుసగా - మొన్నమొన్న అయినట్లుగా ఋతుపవన వర్షాన్నిగాని తీసుకు రాకపోతే ఆ దెబ్బ చాలాదూరము తగులుతుంది. ఇప్పుడున్న పరిస్థితులలో వాతావరణవిజ్ఞానము ఋతుపవనవర్షము నష్టము కాకుండా చెయ్యలేదు. కాని చేరువగాను, సుమారంగాను వాతావరణ అంచనావేసి చెప్పి ముందుజాగ్రత్తలు తీసుకోవడానికి సాయపడగలదు.

ఈ నాడు భూమధ్యరేఖకి దక్షిణాన ఉన్నప్రదేశాల వాతావరణ పరిస్థితినిగురించిన తబిశీళ్లు చాలకపోవడమువల్ల ఋతుపవనము ఏ తేదీన వస్తుందో దానికి కొంచెం ముందురోజులలోనైనా చెప్పడము కష్టమైపోతోంది. ఒక వారానికో పక్షానికో ముందుగాని అది వస్తుందని చెప్పగలిగితే వ్యవసాయదారులకు చాలా లాభము వస్తుంది. వాతావరణపరిస్థితులు తెలిపేవస్తువు అతి శీఘ్రవార్తావహనముద్వారా

తెలిస్తే ఋతుపవన గమనాన్నిగురించి ఇప్పటికన్నా బాగా తెలుస్తుంది. ఉపగ్రహాలసాయముతో వాతావరణపరిస్థితి తెలుసుకోవడము సత్వరాభివృద్ధి చెందుతున్నది. కొద్దికాలంలోనే వాతావరణ ఉపగ్రహము హిందూమహాసముద్రముమీద తిరిగేటట్లు విసురుతారు. దానినుంచి మనకు అందే అవలోకనాలు ఋతుపవన అవలోకనములో ప్రముఖపాత్ర వహిస్తాయి. మొత్తముమీద రెండురకాల అవలోకనాలు లభిస్తాయి అనుకోవచ్చు. అంతరిక్షనౌకనుండి ఒకటి: మేఘాలు ఏర్పడడము వాటి సంరచనాగురించి తెలుస్తుంది. తద్వారా ఋతుపవనమూలము గమనముగురించి తీర్మానించుకోవచ్చు. రెండు: దూరస్థ సున్నితసాధనాలతో భూమీ, వాతావరణమూ, వెళ్లగక్కే, (పరావర్తముచేసే) దీప్తియొక్క ధర్మాలు కొలిచి తెలుసుకోవచ్చును. దీప్తియొక్క తూకము - చోటూ కాలముతో అనుబంధించి - కొలిచినందువల్ల వాతావరణపరిమితు లెన్నో తెలియవస్తాయి. అంతరిక్ష పరీక్షాతంత్రము ఖచ్చితంగాను విశాలంగాను కొలతలు తీసుకోగల సాధనయంత్రాల్ని నిర్మించుకోగలంత స్థాయికి లేచేవున్నది నేడు.

6·3 నుంచి 11 మైక్రాన్‌లమేరలోనే కాక 19·5 నుంచి 24·0 మైక్రాన్‌ల మేరవరకూకూడా నీటి ఆవిరి పంపే ఉష్ణదీప్తిని కొలవగల సాధనయంత్రాలు తయారవుతున్నాయి. ఈ పైమేరలే దీర్ఘతరంగదీప్తికి వాతాయనాలు. ఆ కొలతలనుబట్టి మధ్యమ ట్రోపోస్ఫెరా, అట్టడుగు ట్రోపోస్ఫెరలోని తారతమ్య ఆర్ద్రతే కాక ఉచ్ఛ ట్రోపోస్ఫెర ఆర్ద్రతకూడా తెలుసుకోవచ్చును.

ఇంకొక కొత్తపథకం గాలిలో నిర్ణీతపు ఎత్తులలో ఎగురుతూవుండే బెలూనుదళాలలో ప్రపంచమంతటా వాతావరణవస్తువును సేకరించడములో నిమగ్నమై ఉన్నది. ఈ బెలూనులను తదనుకూలములైన ఉపగ్రహాలవల్ల పటకరించవచ్చును. గుర్తించవచ్చును. ఇవి ఒకే ఎత్తులో ఎగురుతూ ఉంటాయి. గాలికి ఆడుతూ గాలి కొలతలకు సాయపడతాయి. చాలా ఖర్చుకోరే వాతావరణ అవలోకనకేంద్రాల్ని ఏర్పరచి ప్రపంచమంతటి వాతావరణపరిస్థితి తెలుసుకునేయత్నంకంటె ఈ బెలూనులపద్ధతే చివరికి ఉపయోగానికి రావచ్చు.

వాతావరణవిజ్ఞానానికి కావలసిన సాధనయంత్రాల నిర్మాణాన్నిగురించి ఇంతవరకు వర్ణించాము. ఇవి ఇంకా అవలోకనాలుచేసి ఋతుపవనమును అర్థము చేసు

కోవడానికి సాయపడేటివి. ఈ దశలో వాతావరణస్థితిని అంచనా వేయడమువల్ల ఆర్థికంగా ఏమి ప్రయోజనము? అని చూడాలి. ఈ నడుమ ప్రొఫెసర్ జె. పి. థాంప్సను చేసిన సర్వే 1961 వ సంవత్సరంలో యునైటెడ్ స్టేట్సులో వాతావరణమునుగురించి ప్రమాదాలవల్ల 11,970 లక్షల డాలర్ల పంట నష్టమైనదని సూచిస్తున్నది. 10.1 పథకములో ఆ యా వాతావరణ అంశములవల్ల ఎంతెంత నష్టమో ఆయన రిపోర్టునుబట్టి చూపినాము.

పథకము 10.1

1961 వ సం॥ లో ఆ యా వాతావరణాంశములవలన నష్టము*

అంశము	నష్టము (మిలియనుల డాలర్లు)
1. అనావృష్టి	550
2. ఎక్కువ తడి	216
3. వడగండ్లు	155
4. చలి (ఫ్రాస్టు)	165
5. గాలి (అతివేగము)	62
6. వరదలు	38
7. ఇతరములు	11
మొత్తము నష్టము	1,197

వాతావరణము ఈరీతిగా ఉండబోవునని హెచ్చరించుటవల్ల ఎంతమాత్రపు నష్టమును నివారించగలమో లెక్కవేయడము కష్టము. '15 మొదలు 20 శాతములు' అన్నది అతిశయోక్తి కాదు. ఇది ఇరవైకోట్ల డాలర్ల పొదుపు.

ఇలాటిలెక్కలు మనదేశానికి లేవు. కానీ యునైటెడ్ స్టేట్సులెక్కలో చిన్న భిన్నాంకముమేరకు నష్టము కాకుండా చేసినా దానివలన లాభాలు చాలా వుంటాయి. 1970-71 వ సం॥ నాటికి మన ఆహారధాన్యాల అవసరము 120 మిలియను టన్నులని అంచనా వేయబడింది. 1975-76 వ సం॥ కి మన దేశీయుల అవసరాలు 150 మిలియను టన్నులకు లేవవచ్చును. అంటే 1970-71 వ సం॥ కన్న 1975-76 వ సం॥ లో 30 మిలియను టన్నులు ఎక్కువగా కావలెనన్నమాట.

సాగుచేసేభూమిని ఇంకా 25 మిలియను ఎకరాలు పెంచి, హెచ్చు దిగుబడిగల ధాన్యాలు ఇతోధికంగా పండిస్తే మన అవసరాలు భర్తీ కావచ్చు. అయితే యొక్కడ సంవత్సరపు ఆహారధాన్యాల దిగుబడి నీటిపారుదల, మేలిరకపు విత్తనాలుమీదనే కాక అనుకూల వాతావరణపరిస్థితులపైనకూడా ఆధారపడుతుందని గుర్తించడము అవసరము. ఋతుపవనమును విడిచేయలేము.

పరిశ్రమలు, వాణిజ్యములలో ప్రమాదము, సందిగ్ధతా ఎంత వున్నదీ అన్న విషయాన్నిగురించి చాలా వాజ్మయమున్నది. ఈ పరిశోధనలు-ఆచరణను గురించి నవి-వ్యాపారయత్నాలనుగురించిన సిద్ధాంతాలలో వైజ్ఞానికుల అపేక్షను రేపినవి. ఈ తంత్రాలను కేవలం వ్యవసాయానికి ఉపయోగించేప్రోత్సాహం లభించలేదు. అనావృష్టిని ఎదుర్కొనేపద్ధతుల పరిశోధన చాలా జరగవలసిఉంది. ఈ సందర్భములో అనావృష్టి తరుచు సంభవించేవిషయాన్నిగురించి ఇప్పుడు జరుగుతున్న కృషి భవిష్యత్తులో చాలా పనికివచ్చేఫలాలను రూపొందించవచ్చు. మనదేశపు ప్రధానపంటలకు కావలసిన నీటివసతి ఇంత అనడానికి వీలులేకుండా వున్నది. కనుక అనావృష్టిప్రదేశాలలో నీటిపారుదల అవసరాలనుగురించి ఇంకా తెలియవలసిఉన్నది. వాన తక్కువగా ఉండేచోట రబీ, ఖరీఫ్ ఋతువులకు నడుమ కొద్ది మాసాల పంటలు పండించడమువల్ల కొంత అనుకూలత చేకూర్చవచ్చునని సూచన లున్నాయి. ఇలాంటిపంటలకు అనుకూలత చేకూర్చే వాతావరణకారకాలు మనదేశపు వ్యవసాయకృషికి చాలా విలువైనవి. రికార్డులనుబట్టి అతి అనావృష్టి ఈ శతాబ్దములో 1918-19 వ సం॥ లో సంభవించినవి. దానివల్ల ఆహారధాన్యాలు అవిభక్తభారతములో 79 మిలియను టన్నుల ఉత్పత్తినుండి $53\frac{1}{2}$ మిలియను టన్నులకు దిగిపోయినవి. అంటే నూటికి 32 పాళ్లు పడిపోయిన దన్నమాట.

కర్షకునికి సాయపడే జవాబులు, వాతావరణ విజ్ఞాని చెప్పగలట్టి ప్రశ్నలవి, మొత్తమ్మీద మనము వేయడానికి వీలయినప్రశ్నలు ఇవి.

(i) భూమిఉపయోగము, వ్యవసాయకృషి ఫలితము వాతావరణపరిస్థితిమీద ఆధారపడుతుందా ?

(ii) పై ప్రశ్నకు జవాబు 'అవును' అని అయితే, తెలుసుకోవలసినవి (1) వాతావరణ ప్రధానఘటనలు (2) మొక్క ఎదగడములో వాతావరణానికిగల జీవదోహదప్రభావము.

(iii) వాతావరణఘటనలు ఎంతకాలము ముందుగా అంచనావేసి చెప్పవచ్చు?

(iv) ముందుగా తెలిసిన అలాటి ఘటన - ఋతుపవనమే అందాము - దానిని పూర్తిగా వినియోగించుకోవడము ఎలాగ?

(v) సరిగ్గా సరిపోయిన వాతావరణ అంచనాయొక్క లాభము ఇంత అని సొమ్మురూపంలో చెప్పగలమా?

ఈ ముఖ్యప్రశ్నలకు సమాధానము చెప్పవలెనంటే ఋతుపవనమునుగురించి తీక్షపరిశోధన జరగవలెను. చివరిప్రశ్నకు జవాబు పురోగమిస్తున్న ఆర్థికపరిస్థితికి అవసరము. ప్రపంచవాతావరణ విజ్ఞానసంస్థవారు ఆహ్వానించిన నిపుణులసంఘము ప్రచురించిన లెక్కలు మనము సాధించ వీలయినఫలితాల్ని సూచించగలవు.

బ్రిటన్‌లో వట్టి గడ్డి వాతావరణముమీద ఆధారపడిన పంట. దానివిలువ ఏడాదికి 70 మిలియన్‌ల పౌనులు. వాతావరణ అంచనాలను జాగరూకతతో కోసేకాలము, ఆరబెట్టే కాలము, ఎంచుకోవడానికి ఉపయోగిస్తే ఆ పంట దిగుబడీ, నాణ్యమూ, నూటికి 10 పాళ్ళు పెంచవచ్చునంటున్నారు. ఇది 7 మిలియనుపౌనుల లాభము.

గడ్డి నాణ్యము, పరిమాణము, పాల సరఫరాకి చాలా ముఖ్యము. దీనివిలువ 200 మిలియనుపౌనులు. గడ్డిపంట నాసి అయితే దీన్ని 2 శాతములు తగ్గించవచ్చు. అంటే నష్టము 4 మిలియన్‌లపౌనులు కనుక వాతావరణ విజ్ఞానసేవ పాలూ గడ్డీ సరఫరాకి 11 మిలియన్‌ల పౌనులవిలువ అన్నమాట.

ఈ పద్ధతిలోనే ఇతర వ్యవసాయపరిశ్రమలకు బ్రిటనులో వాతావరణ వినియోగాలవల్ల మొత్తపులాభము లెక్కవేయవచ్చును. వాతావరణభేదాలవల్ల గొఱ్ఱెలలో లివర్‌ఫ్లూక్ అనేవ్యాధి వచ్చేకాలము సూచించవచ్చును. సమయానుకూల జాగ్రత్తలు తీసుకుంటే లాభము మిలియనుపౌనులుదాకా ఉంటుంది. గడచిన వాతావరణ పరిస్థితుల్నిబట్టి బీటు దుంపలకు వైరస్ వ్యాధులు రాగలవని చెప్పవచ్చును. దీనివల్ల ఏడాదికి ఇంకొకమిలియను పౌనులు మిగులు. ఇలాటిలాభాలు చేర్చితే వ్యవసాయానికి మొత్తపులాభము పదినుంచి ఇరవై మిలియన్‌ల పౌనులుంటుంది.

వ్యావసాయక వాతావరణవిజ్ఞానానికి ఉద్యోగులు, ఏర్పాటులు చేరి బ్రిటనుకి ఏడాదికి ఖర్చు 50,000 పౌనులకు 80,000 పౌనులకు నడుమ ఉంటుంది. లాభానికీ ఖర్చుకీ నిష్పత్తి.

10 నుండి 20 మిలియన్‌లు ÷ (50,000 నుంచి 80,000) ఇది లాభము ఖర్చు నిష్పత్తి ఎంత లేదన్నా 100 : 1 ఉంటుందని సూచిస్తుంది. దీనికి రెండు రెట్లు ఉండవచ్చును భారతదేశము ప్రధానంగా వ్యవసాయకదేశము. ఇలాటి ఫలితాలు మనకీ వస్తాయని అనుకోవడములో తప్పేమిటి?

ఋతుపవనప్రభావము బలంగావుండే ఇంకొక అవసరము నీటి వనరుల ఉపయోగము. భారతదేశపు సహజసంపదలో నీరు ఒకటి. కానీ సరిగ్గా కంట్రోలు చెయ్యకా, వృథాగా పారనిచ్చేసి చేస్తే అది చాలా నష్టము చెయ్యగలదు. ఋతుపవన వాతావరణవిజ్ఞానము మన నీటివనరులను చక్కగా ఉపయోగించడానికి సహాయకారి. వర్షపాతము, నదీజలప్రవాహము తెలిస్తే నదులనీటిని ఎప్పుడు బిగించాలో తెలుస్తుంది. వరదలనిరోధానికీ వరదలు వచ్చేసూచన లివ్వడానికీ అతి వృష్టి అంచనాలు అవసరము.

యునైటెడ్ స్టేట్సులో వరదలు వస్తున్నాయన్న హెచ్చరికలవల సాలుకు 30 మిలియన్‌ల డాలర్లు పొదుపు అవుతున్నది. మనదేశములో దీనిలో పదవ వంతు పొదుపుచేసినా ఏడాదికి 2 కోట్లు పొదుపు అవుతుంది.

1953 వ సం॥ కి 1965 వ సం॥ కి నడుమ వరదలవల్ల నష్టపడిన భూమి మనదేశములో 112 లక్షల హెక్టారులు. సామాన్యంగా వరదదెబ్బ తినేమేర 200 లక్షల హెక్టారులు. మూడు పంచవర్షప్రణాళికల్లోనూ మొత్తమ్మీద 50 లక్షల హెక్టారులు కంట్రోలుపద్ధతులు ఉండియుంటే లాభము పొందిఉండేవని సూచన చేశాయి ఎప్టిమేట్లు.

ఈ చివరి అధ్యాయములో వాతావరణవిజ్ఞానుల సలహాలవల్ల చాలా లాభము పొందడానికి వీలయిన కృషి, పరిశ్రమలనుగురించి చెప్పాము. ఈ సర్వేయొక్క ఉద్దేశము వాతావరణవిజ్ఞానిని పొగిడే అంకెలివ్వడము కాదు. మరి మా ఉద్దేశము వాతావరణవిజ్ఞానమును సద్వినియోగము చెయ్యడమువల్ల మన సహజసంపదను ఉపయోగించుకునే అవసరమును నొక్కిచెప్పడమే. ప్రపంచవాతావరణ జాగరణమువల్ల సాలీనా ప్రపంచానికి లాభమేపాటి అన్న పరిశీలనలో అది 16 మిలియన్‌ల డాలర్లు అవి తేలినది. ఈ ప్రోజక్టును నడపడానికయ్యే సాలీనా ఖర్చుకి ఈ లాభము సుమారు 50 రెట్లు. ప్రపంచ వాతావరణ జాగరణమువల్ల మనకు రాగల సౌకర్యాలనుగురించి ఆలోచించడానికి వేచివుండ నవసరములేదు.

ఆధారములు

అధ్యాయము 1

1. బ్లానుఫర్డు. హెచ్. యఫ్. 'క్లైమేట్స్ అండ్ వెదర్ ఆఫ్ ఇండియా, సిలోన్ అండ్ బర్మా' మాక్మిలన్ కంపెనీ, న్యూయార్క్, 1889.
2. చటర్జీ, జి. జెయ్ ట్. జియోఫిజ్, 24, 343-352 పుటలు 1929.
3. చటర్జీ, జి. ఇండియా. మీట్. డిప్. సై. నోట్సు, 35, 4, 1931.
4. డైన్స్, డబుల్యు. హెచ్. ఎయిర్ మినిస్ట్రి మీటియరాలాజికల్ ఆఫీసు యమ్. డి. 321, లండన్, 1929.
5. మహలనాబిస్, పి. సి. రెయిన్ స్టార్మ్స్ అండ్ రివర్ ఫ్లడ్స్ ఇన్ ఒరిస్సా, సాంఖ్య, కలకత్తా, 5, 1, 1-20 పుటలు 1940.

అధ్యాయము 2

1. దాస్, జె. సి. ఇండియన్ జర్నల్ ఆఫ్ మీటియరాలజీ అండ్ జియోఫిజిక్సు, న్యూఢిల్లీ, 2, 3, 197-202 పు. 1951.
2. ఫ్లోన్, హెచ్. మాన్సూన్స్ ఆఫ్ ది వరల్డు, ఇండియా మీటియరాలాజికల్ డిపార్ట్మెంట్, న్యూఢిల్లీ, 75-88 పు. 1958.
3. కింగ్, హెలి. టి. జి. క్వార్టర్లీ జర్నల్ ఆఫ్ ది రాయల్ మీటియరాలాజికల్ సొసైటీ, లండన్, 87, 2.5-281 పు. 1961.
4. కోటీశ్వరమ్, పి. ఇండియన్ జర్నల్ ఆఫ్ మీటియొరాలజీ అండ్ జియోఫిజిక్సు, న్యూఢిల్లీ, 4, 1, 13-21 పు. 1957.
5. కోటీశ్వరమ్, పి. టెల్లస్, స్టాక్హోమ్, 10, 1, 43-57 పు. 1958.
6. కృష్ణరావు, పి. ఆర్. కర్రెంట్ సైన్స్, బెంగుళూరు 21, 63-64 పు. 1952.
7. కృష్ణరావు. పి. ఆర్. అండ్ పి. జగన్నాధన్ ఇండియన్. జ. ఆ. మీ. అం. జి. న్యూఢిల్లీ, 4, 1, 22-34 పు. 1935.
8. ముర్రే, ఆర్. క్వా. జ. ఆ. ది. రా. మీ. సొ. లండన్, 74, 122-123 పు. 1948.

9. పార్థసారధి, కె. మాన్యూస్సు ఆఫ్ ది వర్ల్డు, ఇండియన్ మీటియరొలాజికల్ డిపార్ట్‌మెంట్, న్యూఢిల్లీ, 185-194 పు. 1958.

10. యిన్. యం. టి. జర్నల్ ఆఫ్ మీటియొరాలజీ, వాషింగ్టన్, 6, 393, 1949.

అధ్యాయము 3

1. బెనర్జీ, యస్. కె. అండ్ ఏ. కె. ముఖర్జీ ప్రొస్. సింపోజియమ్ ఆన్ ఆర్టిఫిషల్ రెయిన్, సి. యస్. ఐ. ఆర్. న్యూఢిల్లీ, 40, 1955.

2. బెర్జరాన్, టి. ప్రొస్. 5వ అసెంబ్లీ, యు. జి. జి. ఐ, లిస్బన్, 2, 156, 1935.

3. దేశపాండే, డి. వి. ఇం. జ. మీ. జం. జి. న్యూఢిల్లీ, 15, 47. 1964.

4. ఫిండీసెన్, డబ్ల్యు. మెట్. జెయిట్. 54. పు. 377, 1937.

5. క్రౌన్, ఇ. బి. అండ్ పి. పైక్ట్వర్సు నేచర్, లండన్, 159, 489, 1947.

6. మేసన్, బి. జె. ది ఫిజిక్స్ ఆఫ్ క్లౌడ్స్, క్లేరెండన్‌ప్రెస్. ఆక్స్‌ఫర్డ్, 1957.

7. పిషరోడి, పి. ఆర్. ప్రొస్. సింపోజియమ్ ఆన్ ట్రోపికల్ మీటియొరాలజీ, రొటరా, న్యూజీలాండ్, 373, 1963.

8. రావ్, డి. వి. మాన్యూన్స్ ఆఫ్ ది వర్ల్డు, ఇండియా, మీ. డి. న్యూఢిల్లీ, 182, 1958.

9. రాలే, లార్డ్. ఫిల్. మేగ్., లండన్, 6, 32, 1916.

10. రాయ్, ఎ. కె. ప్రొ. సింపోజియం. ఆ. ఆ. రే; సి. యస్. ఐ. ఆర్. న్యూఢిల్లీ, 78, 1955.

11. షేఫెర్, వి. జె. సైన్స్, 104, 457, 1946.

12. సింప్సన్, జి. సి. క్వార్ట్. జె. రా. మీ. సొ. లండన్, 67, 99, 1941.

13. వోనిగట్, బి. జె. ఎప్ల్. ఫిజ్. 18, 593, 1947.

అధ్యాయము 4

1. బంకర్, ఎ. యఫ్. ప్రొస్. సింపోజియమ్ ఇంటర్‌నేషనల్ ఇండియన్ ఓషన్ ఎక్స్‌పెడిషన్, బొంబాయ్, 3, 1965.

2. దాస్, పి. కె. — శెల్లస్, స్టాక్‌హోమ్ 14, 212-220 పు. 1962.

3. దాస్, పి. కె. అండ్ యం. యల్. జాలా్క. — ప్రొస్. సింపోజియమ్ ఇండియన్ ఓషన్ ఎక్స్‌పెడిషన్, బొంబాయి, 208, 1965.

4. దేశాయ్, బి. యన్. — జె. ఎట్మోస్ సైన్సెస్, యు. యస్, మె. 24, 216, 1967.

5. దేశాయ్, బి. యన్. — కరెంట్ సైన్స్, బెంగుళూరు, 339, 1968.

6. ఫ్లోన్, హెచ్. — మాన్సూన్స్ ఆఫ్ ది వర్ల్డు, ఇండియా, మీట్. డిప్. న్యూఢిల్లీ. 65, 1958.

7. గార్డన్, ఎ. హెచ్. అండ్ ఆర్. సి. టెయిలర్ — ఇంటర్‌నేషనల్ ఇండియన్ ఓషన్ ఎక్స్‌పెడిషన్, హవాయీ, ఇన్స్ట్ జియోఫిజ్, 1-32 పు. 1966.

8. జెఫ్రీస్, హెచ్. — క్వార్ట్ జె. రా. మీ. సొ. లండన్, 52, 217, 85, 1926

9. కోటీశ్వరమ్, పి. — మాన్సూన్స్ ఆఫ్ ది వర్ల్డు ఇం. మీ. డి. న్యూ ఢిల్లీ, 105, 1958.

10. రామేజ్, సి. యస్. — ప్రొ. సిం. ఇం. ఇం. ఓ, ఎక్స్‌పెడిషన్, బొంబాయి, 197, 1965.

11. రామ, పి. — Proc. యన్.ఐ.యస్.టి. ఇంకోర్. సింపోజియమ్ ఆన్ ఇండియన్ ఓషన్, న్యూ ఢిల్లీ, 62, 28, 1967.

12. పిలెజాస్కీ, వి. డి. ఎట్. ఆల్. — రేడియో యాక్టివ్ ఐసోటోప్స్ ఇన్ ది ఎట్మోస్ఫియర్ అండ్ దెయిర్ యూస్ ఇన్ మీటియొరాలజీ, ఇజ్రేల్ సైంటిఫిక్ ట్రాన్స్‌లేషన్ సర్వీస్. 230-241 పు. 1967.

అధ్యాయము 5.

1. బంకర్, ఎ. ఎఫ్. — ప్రొస్. సిం. ఇం. ఇం. ఓ. ఎ. బొంబాయి, 3, 1965.

2. బెర్జరాన్, టి. — జియోఫిజ్. పబ్లి. 5, 6-111 పు. 1928.

3. ఫెరెల్, డబుల్యు. — నేష్ విల్లి. జ. మెడి అండ్ సర్జరీ, ప్రొ. పేప్. సిగ్నల్ సర్వీస్, యు.యస్.ఎ, 12, 7, 1856.

4. హేర్లీ, జి. — ఫిల్. ట్రాన్స్., రాయల్ సొసైటీ, లండన్ 29, 58 1735.

5. హేలీ, ఇ. — అదే. 26, 153, 1686.

6. హౌటన్, హెచ్. జి. — జె. మీట్. యు.యస్.ఎ. 11,1,1954.

7. కేశవమూర్తి, ఆర్. ఎన్. — మం. వెదర్. రివ్యూ, యు.యస్.ఎ. 96, 23, 1968.

8. లొరెంజ్, ఇ. యన్. — ది నేచర్ అండ్ థియరీ ఆఫ్ ది జనరల్ సర్క్యులేషన్ ఆఫ్ ది అట్మోస్ఫియర్, డబ్ల్యు. యమ్. ఓ. జనీవా 1-161 పు. 1967.

9. పిషరోటీ, పి. ఆర్. — ప్రొస్. సింపోజియమ్, ఆన్ ఐ. ఐ. ఓ. ఇ. బొంబాయి, 43, 1965.

10. రావ్, వై. పి. — ఇం. జ. మీ. జి. 12, 413, 1961.

11. రావ్, వై. పి. — అదే, 12, 157. 1962.

12. రాస్బీ, సి. జి. — జ. మెరైన్ రిసెర్చ్, యు. యస్. ఎ. 2. 1939.

13. సింప్సన్, జి. సి. — మె. రా. మీ. సొ. లండన్, 3, 21, 1, 1928.

14. స్టార్, వి. పి. జె. పీక్నోటో, జి. సి. లివదాస్ — స్టడీస్ ఆఫ్ ది అట్మాస్ఫెరిక్ జనరల్ సర్క్యులేషన్ II యమ్. ఐ. టి. యు. యస్. యె. 124, 1957.

అధ్యాయము 6

1. బ్రైసన్, ఆర్. ఎ. అండ్ డి. యె. బారీన్ — బుల్. అమె. మీ. సొ. బోస్టన్, 48, 3, 136-142 పు. 1967.

2. దాస్, పి. కె. — టెల్లస్, స్టాక్‌హోమ్. 14, 212-220 పు. 1962.

3. ఘోష్, ఎ. — బుల్. నే. ఇ. సై. ఇండియా, 1, 37-42 పు. 1952.

4. హోరా, యస్. యల్. — అదే, 1, 4, 1952.

5. సింగ్, జి. — 'బీర్బల్ సహానీ ఇన్‌స్టిట్యూట్ ఆఫ్ పేలియోబోటని' లక్నో (ఉత్తరము)

6. యమమోటో, జి. — 75వ యానివర్సరీ వాల్యూమ్, జ. మీ. సొ. జపాన్, 1-4 పు. 1957.

అధ్యాయము 7

1. అనంతకృష్ణన్, ఆర్. అండ్ కె. యల్. భాటియా — మాన్యువల్స్ ఆఫ్ ది వర్ల్డు ఇండియా, మీ. డి. న్యూఢిల్లీ, 157-172 పు. 1958.

2. జోర్డాన్, సి. యల్. — *ఇం. జ. మీ. జి.* న్యూఢిల్లీ, 4, 53, 339-342, 1953.

3. రీల్, హెచ్. — *ట్రోపికల్ మీటియొరాలజీ*, మెక్‌గ్రాహిల్ బుక్ కం. న్యూయార్కు, 392 పు. 1954.

4. సేన్, యస్. యన్. అండ్ సి. యె. జార్జి — *ఇం. జ. మీ. జి.* న్యూఢిల్లీ, 3, 4, 264-277, 1952.

5. యానాయ్, యం. — రివ్యూస్ ఆఫ్ జియోఫిజిక్సు, అమె. *జియోఫిజ్*, యు. యస్, 2, 2, 367-414 పు. 1964.

అధ్యాయము 8

1. బెనర్జీ, యస్. కె. — *ఇం. జ. ఫి.* 4, 477, 1930, ఇదే 5, 699, 1931.

2. దాస్, పి. కె. — *ఇం. జ. మీ. జి.* న్యూఢిల్లీ, 15, 547-554 పు. 1964.

3. సర్కార్, ఆర్. సి. — *మం. వె. రివ్యూ*, వాషింగ్టన్ 95, 10, 673-684 పు. 1967.

4. సింప్సన్, జి. సి. — క్వా. *జ. రా. మీ. సొ.* లండన్, 47, 152, 1921.

అధ్యాయము 9

1. ఛత్రా, బి. యం. — ప్రొ. సింపోజియం "వాటర్ ప్రోబ్లమ్సు ఇన్ డ్రాట్ ఏరియాస్ ఆఫ్ బీహార్" పాట్నా, 1967.

2. మాంట్‌గోమరీ, ఆర్. బి. — *మం. వె. రివ్యూ*, వాషింగ్టన్, సప్లిమెంట్ నం. 39. 1-24 పు. 1939.

3. రావు, కె. యన్. — *ఇంటర్‌నేషనల్ డిక్షనరీ ఆఫ్ జియోఫిజిక్సు*, ఎస్. కె. రన్‌కార్న్, ఎఫ్. ఆర్. యస్. పెరగమాన్ ప్రెస్, వాల్ 2, 814-821 పు. 1967.

4. రామ్‌దాస్, ఎల్. ఎ. పి., జగన్నాథన్ అండ్ ఎస్. గోపాలరావ్ — *ఇండియన్. జ. మీ. జి.* న్యూఢిల్లీ, 5, 305, 1964.

అధ్యాయము 10

1. రామస్వామి, యస్. అగ్రికల్చరల్ సిట్యుయేషన్, మిని. ఆఫ్ ఫుడ్ అండ్ అగ్రికల్చర్, న్యూఢిల్లీ XXII. 2, 133-137 పు. 1967.

2. సేన్, యస్. ఆర్. అదే, XXI. 10, 827-839 పు. 1967.

3. శివరామన్, బి. అదే, XXII, 7, 745-753 పు. 1967.

4. థాంప్సన్, జె. సి. వర్ల్డు వెదర్ వాచ్, ప్లానింగు రిపోర్టు నం. 4, డబుల్యు. యమ్. ఓ. జెనీవా, 1-35 పు. 1966.

5. వర్ల్డు మీటియొరొలాజికల్ ఆర్గనైజేషన్ అదే, నం. 17. జనీవా 1-14 పు. 1967.

సాంకేతిక పదములు

ఆవేగము : గమిస్తున్న వస్తువు వస్తురాశిని దాని దిక్ వేగముతో గుణించితే వచ్చే లబ్ధము.

ఉష్ణమండలాంతర ముఖము : ఉత్తర-, దక్షిణ-, అర్ధగోళాలలోని వ్యాపార పవనాల మందటి రేఖ.

కేంద్రకము (న్యూక్లియసు) : గాలిలో తేలియాడుతూ నీటి ఆవిరి ద్రవీభవనానికి ఆధారములయ్యే కణాలు.

కొరియోలిస్ శక్తి : భూమి ఆత్మభ్రమణమువల్ల కలుగుతుందని ఊహించుకున్న శక్తి. ఇది ఉత్తరార్ధగోళములో గమించే పదార్థాన్ని దానిదారికి కుడివైపుకి నెట్టుతూ వుంటుంది.

కోణీయ ఆవేగము : భ్రమణముచేసే వస్తువు ఆవేగమును దానికి అక్షము నుండి గల దూరముతో గుణించిన లబ్ధము.

గతిజశక్తి : గతివలన ఆలవడేశక్తి. కదిలేవస్తువు వేగముయొక్క వర్గాన్ని సగము వస్తురాశితో గుణించి దీనిని లెక్కగట్టుదురు.

చక్రవాతము : హీనపీడన కేంద్రము. దీనిచుట్టూ వాయుప్రవాహము ఉత్తరార్ధ గోళములో అప్రదక్షిణముగానూ, దక్షిణార్ధగోళములో ప్రదక్షిణమార్గములోనూ ఉంటుంది.

జెట్ప్రవాహము : ఉపరి ట్రోపోస్ఫియరలో కనబడే బలమైన వాయుప్రవాహము.

ట్రోపోస్ఫియర : వాతావరణములోని దిగువభాగాలు. దీనిలో పైకి ఎక్కేనకొద్దీ ఉష్ణోగ్రత క్రమంగా తగ్గుతుంది.

ప్రతి చక్రవాతము : హెచ్చుపీడనమున్న కేంద్రము. ప్రతి చక్రవాతముచుట్టూ తిరిగే వాయువులు ఉత్తరార్ధగోళములో ప్రదక్షిణమార్గముగానూ, దక్షిణార్ధగోళములో అప్రదక్షిణముగానూ ఉంటాయి.

బైస్ బేలట్స్ సూత్రము : పీడనమునను సరించి వాయువు విసిరేసంబంధము. దీనిప్రకారము ఉత్తరార్ధగోళములో గాలివీచే దిక్కుకి వీపుత్రిప్పి నిలబడితే మన కుడివైపు ఎక్కువ పీడనమూ, ఎడమవైపు తక్కువపీడనమూ ఉంటుంది. దక్షిణార్ధగోళములో దీనికి వ్యతిరేకము.

మైక్రాను : అతి స్వల్పదూరాలు కొలవడానికి ఉపయోగించే పొడవు. ఇది మీటరును పదిలక్షలు భాగాలుచేస్తే ఒక భాగము.

యాంగ్‌స్ట్రోమ్ : సూర్యరశ్మి తరంగాయతి కొలవడానికి వాడే పొడవు. 1 యాంగ్‌స్ట్రోమ్ $=10^{-8}$ cm.

లంబ ఉష్ణోగ్రతాప్రవణత : వాతావరణంలో పైకి పోతూన్నకొద్దీ ఉష్ణోగ్రత తగ్గేవాలు.

సహసంబంధ గుణాంకము : రెండు మారే వాటి సంబంధముచూపే గుణాంకము (భిన్నము).

స్ట్రాటోపొర : వాతావరణములో ఉష్ణోగ్రత స్థిరంగానో, పైకి వెళ్లతూన్నకొద్దీ కొంచెము పెరుగుతూనో వుండే పొర.

స్థితిజశక్తి : స్థితినిబట్టీ రూపమునుబట్టీ అలవడేశక్తి. గురుత్వాకర్షణయొక్క త్వరణము, సముద్రమట్టానికిపైన వస్తువు ఎత్తూ గుణించినలబ్ధముతో దీనిని కొలుస్తారు.

తెలుగులో వెలువడిన పుస్తకములు

భారతదేశము - ప్రజలు		వెల	
		రూ.	పై
1. భారతదేశ ఖనిజములు	....	5	75
2. పెంపుడు జంతువులు	....	4	50
3. సామాన్య వృక్షములు	....	4	25
4. నికోబార్ దీవులు	....	5	50
5. జనాభా	....	3	75
6. ఉద్యాన పుష్పములు	....	6	00
7. భారతదేశ ఆర్థిక భూగోళము	....	5	25
8. భారతదేశ భౌతిక భూగోళము	....	4	50

జాతీయ జీవిత గ్రంథమాల			
9. సముద్రగుప్తుడు	....	1	25
10. శంకరాచార్యులు	....	2	00
11. అహిల్యాబాయి	....	2	00
12. చంద్రగుప్త మౌర్యుడు	....	1	50
13. సుబ్రమణ్య భారతి	....	2	25
14. గురునానక్	....	2	25
15. త్యాగరాజు	....	1	75
16. రాణీ లక్ష్మిబాయి	....	2	00

ఇతర పుస్తకములు			
17. భారతదేశము : నేడు - రేపు	....	0	75
18. కల్కి : లేక నాగరకత భవిష్యత్తు	....	0	75
19. జ్వాలాముఖి	....	3	75
20. ఏక ప్రపంచము - భారతదేశము	....	0	75
21. జ్యాడీ లక్ష్మి	....	1	50
22. పోతన	....	2	75
23. విజ్ఞానం విశేషాలు	....	1	50
24. నవభారత విద్యా పునర్నిర్మాణము	....	1	25
25 ప్రాక్పశ్చిమ పవిత్రజ్ఞానాలు	....	5	00
26. మహా విప్లవ వీరుడు	....	4	25
27. శాస్త్రవిజ్ఞానము మానవజీవితము	....	2	75

ఆదాన్ - ప్రదాన్

28. పంజాబీ కథలు	3	50
29. బన్‌గర్‌వాడి	2	75
30. స్త్రతిరేఖలు	6	50
31. కథా భారతి : తమిళ కథలు	4	00

తయారీలోనున్న పుస్తకములు

భారతదేశము - ప్రజలు

1. పక్షులు
2. సామాన్య భారతీయపక్షులు
3. భారతదేశము - ఒక పర్యావలోకనము
4. భూమి, మన్ను
5. నాణెములు
6. కూరగాయలు
7. మొక్కల తెగుళ్లు
8. ఔషధ భూజములు
9. పంట తెగుళ్లు - కీటకాలు

జాతీయ జీవిత గ్రంథమాల

11. హర్షుడు
12. గురుగోవింద సింగ్
13. స్వామి రామతీర్థ
14. హరినారాయణ ఆప్టే
15. నానా ఫడ్నవీస్
16. ఈశ్వరచంద్ర విద్యాసాగర్
17. సూరదాసు
18. రామానుజాచార్య

ఇతర గ్రంథములు

19. మీరు - మీ దేహస్థితి
20. అంతరిక్షయాత్ర